ANNO XX – VOL. XXXIX – N. 1. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 GENNAIO 1931 (Anno IX).
Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) L. 120. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. 36
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 50-368

SOMMARIO

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) - Via delle Coppelle, 35 - Telefono 50-368

Anno XX - Vol. XXXIX

Primo Semestre 1931 (IX)

ROMA
STAB. LITO-TIPOGRAFICO DITTA ARMANI DI M. COURRIER
Piazzale Flaminio, n. 23

1931

INDICE DEL XXXIX VOLUME

Anno 1931 (IX)

Primo Semestre

INDICE ANALITICO DELLE MATERIE

Ordinamenti, riforme delle aziende ferroviarie. Provvedimenti legislativi - Regolamenti. Relazioni ufficiali - Tariffe.

Dati storico-statistici e risultati d'esercizio di reti ferroviarie.

Esercizio ferroviario - Accidenti e sinistri.

Armamento delle linee ferroviarie, opere d'arte e lavori.

Costruzioni, modifiche e riparazioni del materiale rotabile - Veicoli e trazione a vapore.

Trazione elettrica.

Esperimenti, impianti e problemi relativi all'esercizio ferroviario e alla tecnica ferroviaria in genere.

Necrologia.

Bibliografia.

INDICE DELLE TAVOLE FUORI TESTO

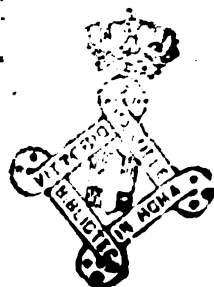
Annata XX. - Vol. XXXIX. 15 gennaio 1931. (Anno IX) - N. 1

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Elettrificazione della linea Genova-Spezia

(Redatto dall'Ing. MARIO BATORI, Capo dell'Ufficio Elettrificazione di Genova per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni)

(Vedi Tav. I e II fuori testo)

Riassunto. — Sulla linea ferroviaria della riviera ligure del levante fu adottato il sistema trifase alla frequenza di 16,7 periodi come per le altre linee elettrificate del gruppo ligure-piemontese che la precedettero, però alcune caratteristiche di essa sono meritevoli di essere segnalate.

Generalità.

Prima della elettrificazione il servizio sulla linea Genova-Spezia era divenuto assolutamente difficile; il numero rilevante di gallerie e la frequenza dei treni rendevano, specie in estate, penoso il viaggiare e onerosi riuscivano i lavori di ordinaria manutenzione della linea; fu quindi unanime il sollievo per questa elettrificazione che permise altresì di aumentare di assai il numero dei treni, specie di quelli locali, fra Genova e Sestri Lev.; con opportunità si è così ottenuto di permettere alla classe lavorativa e impiegatizia di vivere nelle cittadine della riviera e sfollare il centro, con notevole vantaggio alla crisi delle abitazioni.

La linea Genova B.-Spezia fra gli assi dei rispettivi fabbricati viaggiatori è lunga km. 87,017; ed è a doppio binario fra Genova B. e Riva Trigoso, a semplice binario fra Riva Trigoso e Spezia.

Nel tratto a semplice binario su una estesa di km. 40,674 si trovano 34 gallerie per una lunghezza complessiva di km. 27,046 e 6 gallerie per doppio binario lunghe complessivamente km. 1,354.

Nel tratto a doppio binario lungo km. 46,343 si hanno 56 gallerie delle quali 11 a doppio binario e 45 a semplice binario.

La posizione della linea, in fregio al mare, e in alcuni punti lambita dalle acque, mentre richiede speciali cure per il mantenimento della sede stradale, presenta anche soggezioni per l'esercizio elettrico specie in caso di mareggiate (l'andamento della linea e la dislocazione dei vari impianti risultano dalle planimetrie schematiche e profili indicati in fig. 1 e tav. 1.

Tuttavia il servizio elettrico vi si svolge in modo del tutto regolare e allorquando sarà ultimato anche il raddoppio di binario nel tratto Riva Trigoso-Spezia, in corso di esecuzione e che prevede anche l'abbandono per alcuni chilometri della vecchia sede, saranno notevolmente rimosse molte delle soggezioni di cui sopra.

1

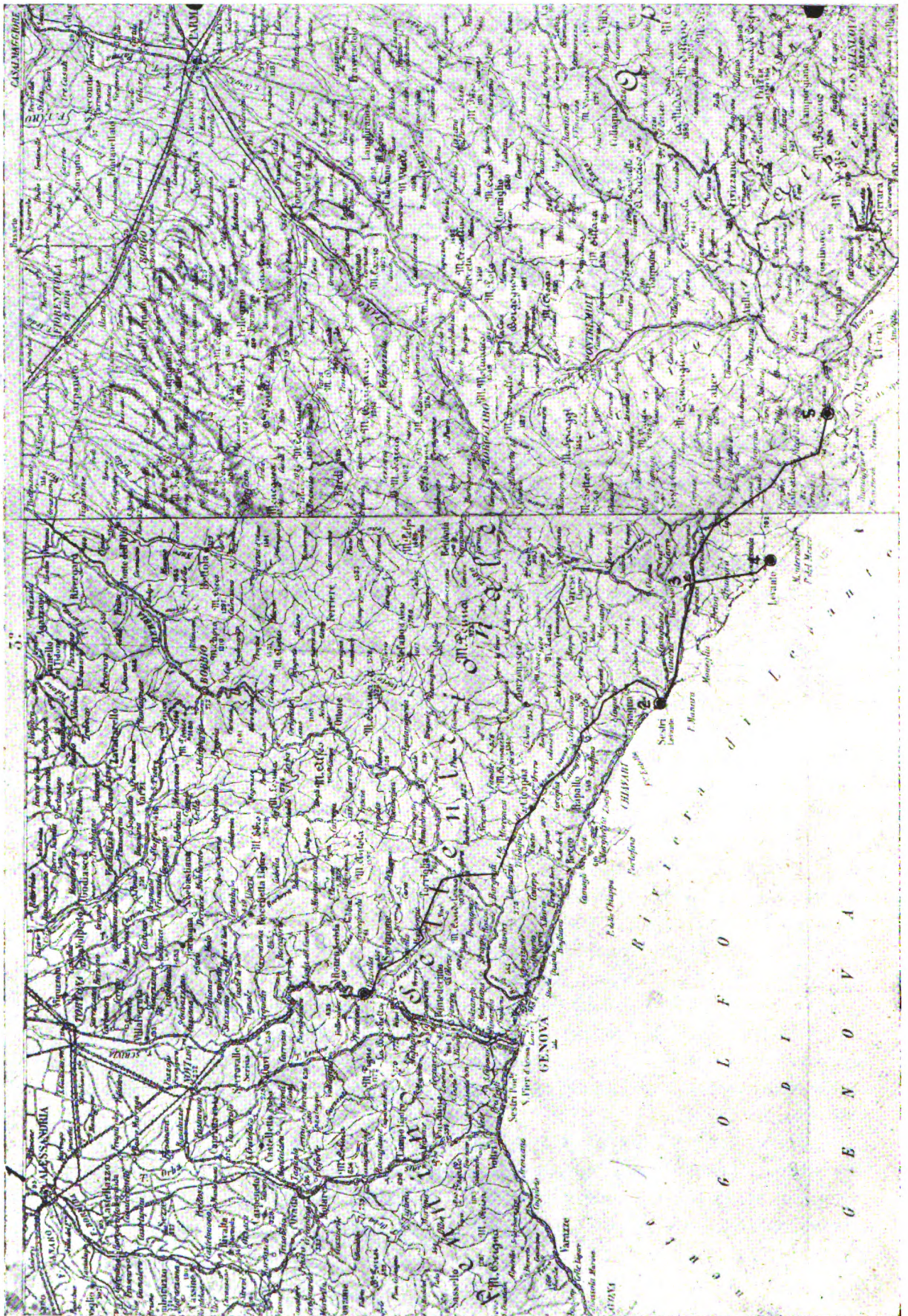



Fig. 1. – Linea primaria 60 KV. Busalla-Sestri L.-Spezia. Planimetria generale

Fornitura della energia.

All'epoca della apertura all'esercizio elettrico della linea l'energia era fornita a mezzo delle Centrali del Nord d'Italia fra loro in parallelo (Centrale Bardonecchia delle FF. SS., Centrali del gruppo Maira presso Dronero, Centrale Negri (ora Cieli) S. Dalmazzo di Tenda, Sottostazione di conversione di Arquata che riceve energia dalle Centrali di Pallanzeno e del gruppo Edison).

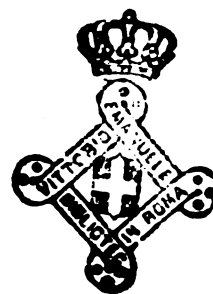
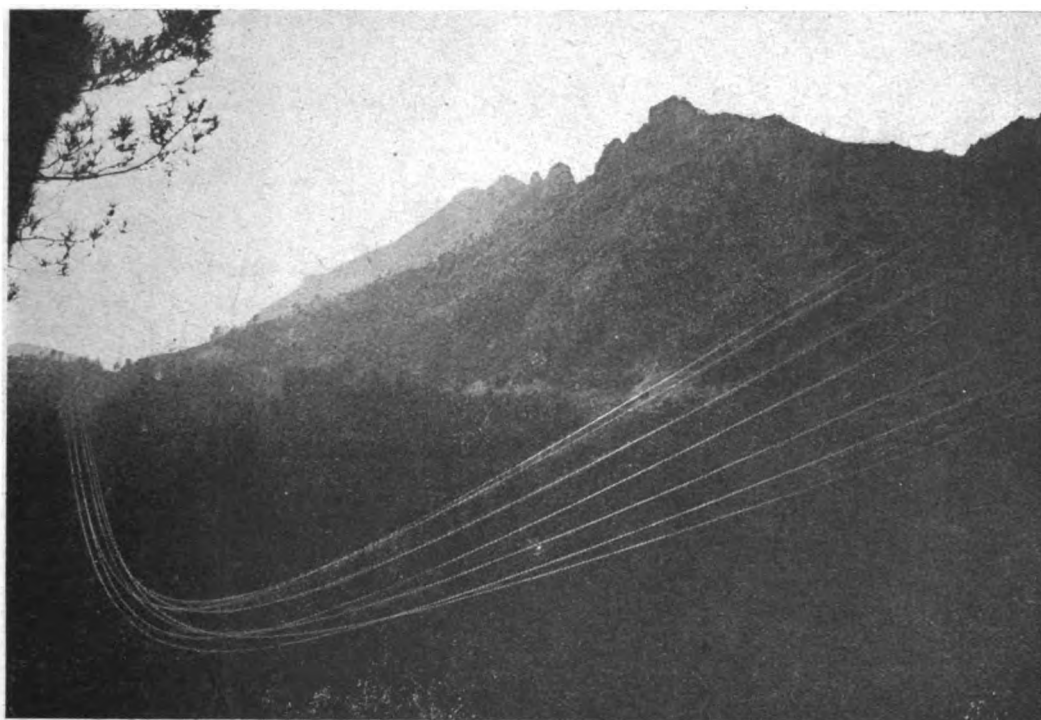



Fig. 2. - Linea primaria 60 KV. Busalla-Sestri L.-Spezia. Campata di m. 440

Tutte queste Centrali però sono situate al nord di Genova, ove allora si arrestavano le primarie a servizio delle Ferrovie. Si dovette perciò costruire una nuova linea primaria che distaccasi dalla Sangone-Ronco presso Busalla, segue la valle dello Scrivia da Busalla fino al valico della Scoffera che attraversa per entrare nella valle del torrente Lavagna costeggiato sempre a bassa quota; per Cicagna, Carasco e Lavagna fa capo alla sottostazione di Sestri Levante (V. figg. 1 e 9).

La suddetta linea, uscendo dalla sottostazione di Sestri Levante, segue la strada provinciale, dalla quale si distacca in alcuni punti per attraversare grandi valloni (vedi fig. 2); dal passo del Bracco, per la valle del Vara e per Riccò del Golfo, si allaccia alla sottostazione di Spezia presso la Stazione merci di Valdellora (vedi figg. 3-4-5).

In località Baracca di Deiva sono installati sezionamenti aerei che permettono lo smistamento delle linee e di allacciare la Busalla-Spezia alla sottostazione di Levanto a mezzo di una linea aerea di circa chilometri 10 (vedi fig. 6).

La linea primaria Busalla-Spezia è a doppia terna con unica palificazione a isolatori sospesi, filo di guardia, telefono e conduttori in rame elettrolitico da mm. 10 di diametro.

Nel tratto Baracca-Levanto, pur esso a doppia terna, i conduttori sono invece del diametro di millimetri 8. La vicinanza del mare in alcuni tratti, e comunque le speciali

Fig. 3. – Sottostazione di Spezia Valdellora. Sala trasformatori

condizioni di questa linea rispetto anche alla dorsale appenninica, obbligarono in molti punti dell'intero tracciato Busalla-Spezia di curare molto l'isolamento che si potè ottenere buono solo mediante l'adozione di 5-6 e finanche 7 isolatori a catena per fase a seconda della posizione dei pali.

Sottostazioni.

Le sottostazioni di trasformazione della energia primaria in quella secondaria pel filo di *trolley* che è di 3700 V., come tutte quelle della rete italiana alla frequenza di 16,7 periodi, sono quattro e cioè:

Genova Terralba
Sestri Levante
Levanto
Spezia.

Genova Terralba. — Questa sottostazione preesisteva alla elettrificazione della linea Genova-Spezia, in quanto, in un primo tempo, fu utilizzata quale equilibratrice di tensione per gli Scali Marittimi del Porto, chè altrimenti sarebbero stati alimentati

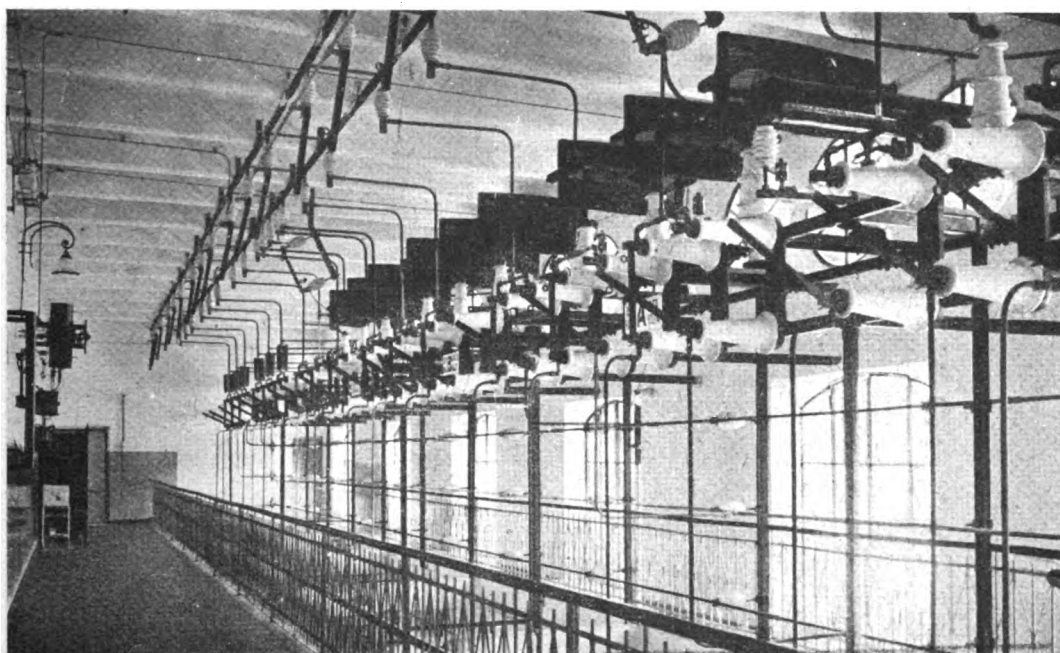



Fig. 4. – Sottostazione di Spezia Valdellora. Entrata linee primarie

solo dalla sottostazione di Sampierdarena. Tale alimentazione sussidiaria viene fatta ancora a mezzo di un *feeder*, parte aereo e parte in cavo, che si collega alle linee degli Scali passando per la galleria delle Grazie sotto la città di Genova.

Quando la sottostazione di Terralba aveva esclusivamente questo compito essa riceveva tensione primaria a mezzo di due cavi trifasi a 30.000 V. provenienti dalla sottostazione di Sampierdarena, e la trasformava a 3700 pel servizio della rete ferroviaria elettrificata di Genova che allora terminava alla stazione di Genova P. B.

Tale sistemazione della sottostazione di Terralba fu sufficiente anche in seguito alla attivazione della trazione elettrica sulla Genova-Spezia.

La necessità di dare alle linee primarie del gruppo ligure-piemontese una più organica sistemazione in relazione al loro collegamento con quelle del gruppo tosco-emi-

liano e per far fronte al maggior traffico consigliò di dare alla sottostazione una alimentazione primaria sussidiaria che la allaccia con le Centrali del Nord e del Centro d'Italia.

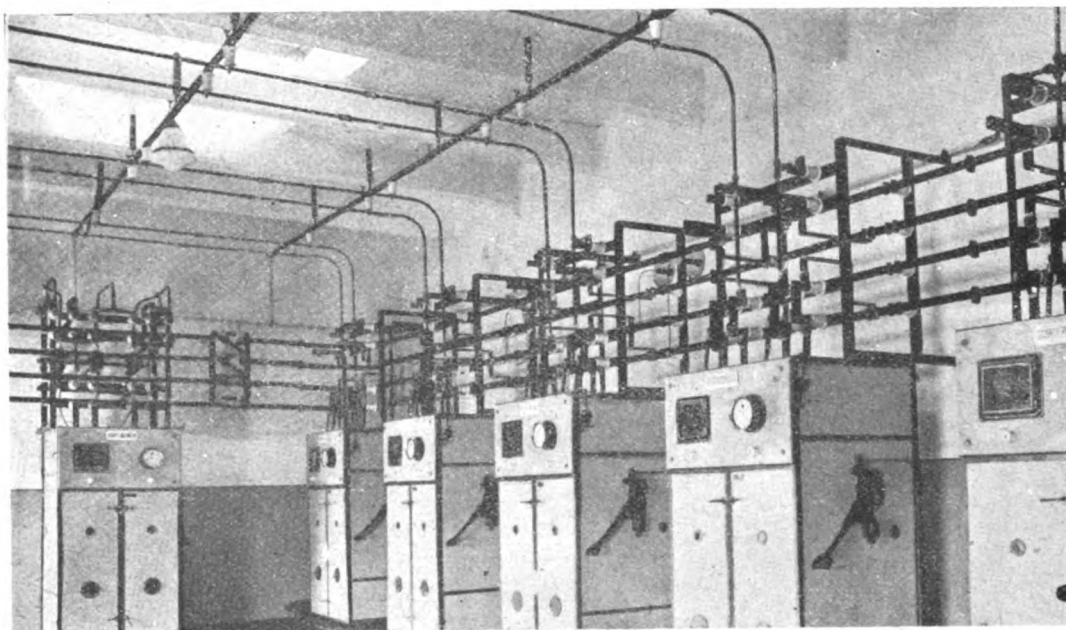



Fig. 5. - Sottostazione di Spezia Valdellora. Sala interruttori secondari.

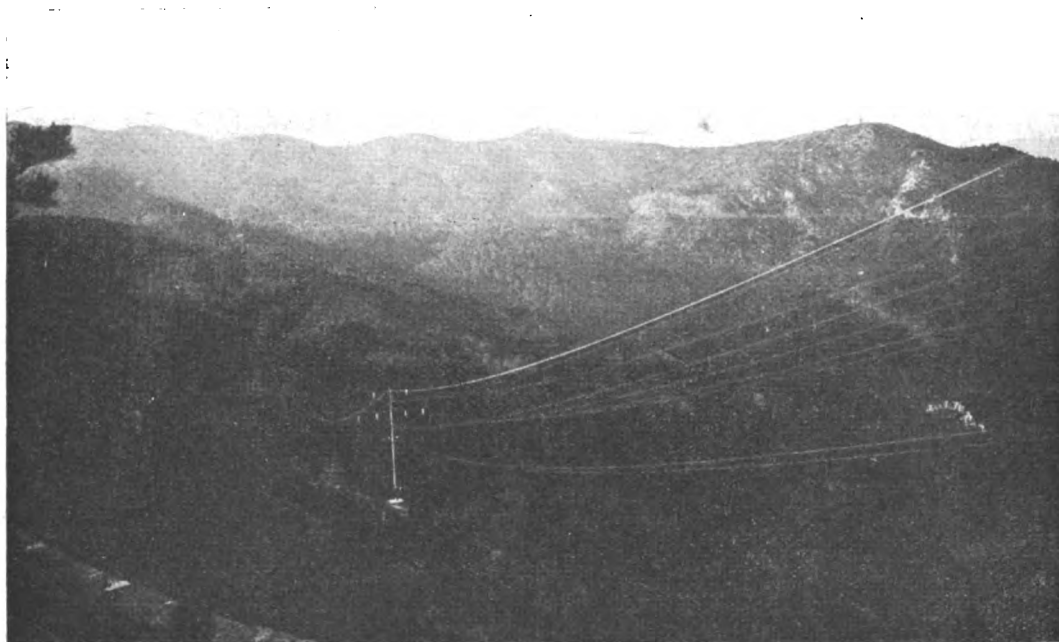



Fig. 6. - Linea primaria a 60 KV. La Baracca-Levanto. Veduta verso la Baracca.

Così si hanno attualmente a Genova Terralba due alimentazioni primarie. Quella a 30.000 di cui sopra e una a 60.000 Volta. Queste primarie, attraverso due coppie di interruttori rispettivamente a 30.000 e 60.000 Volta, alimentano due gruppi di trasfor-

matori monofasi 30.000/4.000 V. della potenza di 4500 K. V. A. e un gruppo di trasformatori monofasi 60.000/4.000 V. della potenza di 5200 K. V. A.

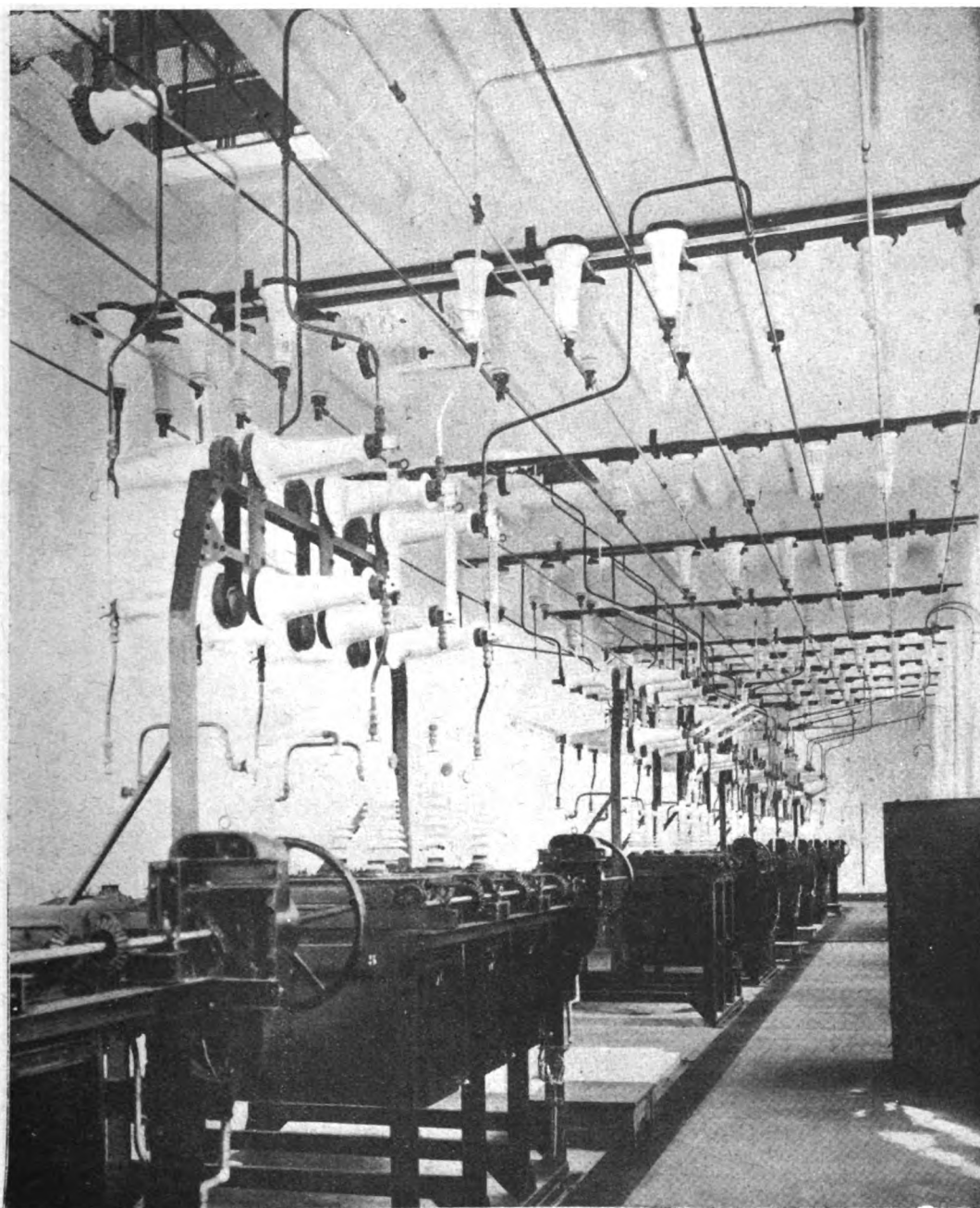



Fig. 7. – Sottostazione di Sestri Levante. Sala interruttori primari.

Le sbarre omnibus della sottostazione possono essere alimentate indipendentemente dalle linee a 60.000 e 30.000 V., oppure con queste disposte in parallelo.

La sottostazione di Terralba è del tipo in derivazione, essendo sempre alimentata a sbalzo sia dalle linee a 60.000 sia da quelle a 30.000; da essa parte un *feeder* a 4000 Volta, composto di 3 cavi unipolari sottopiombo della sezione di mm² 191,4 ciascuno

e uno di riserva. Esso è posto in sede ferroviaria entro appositi cunicoli di cemento e termina alla Cabina di Recco con posti di sezionamento a Quarto, Nervi e Pieve Ligure.

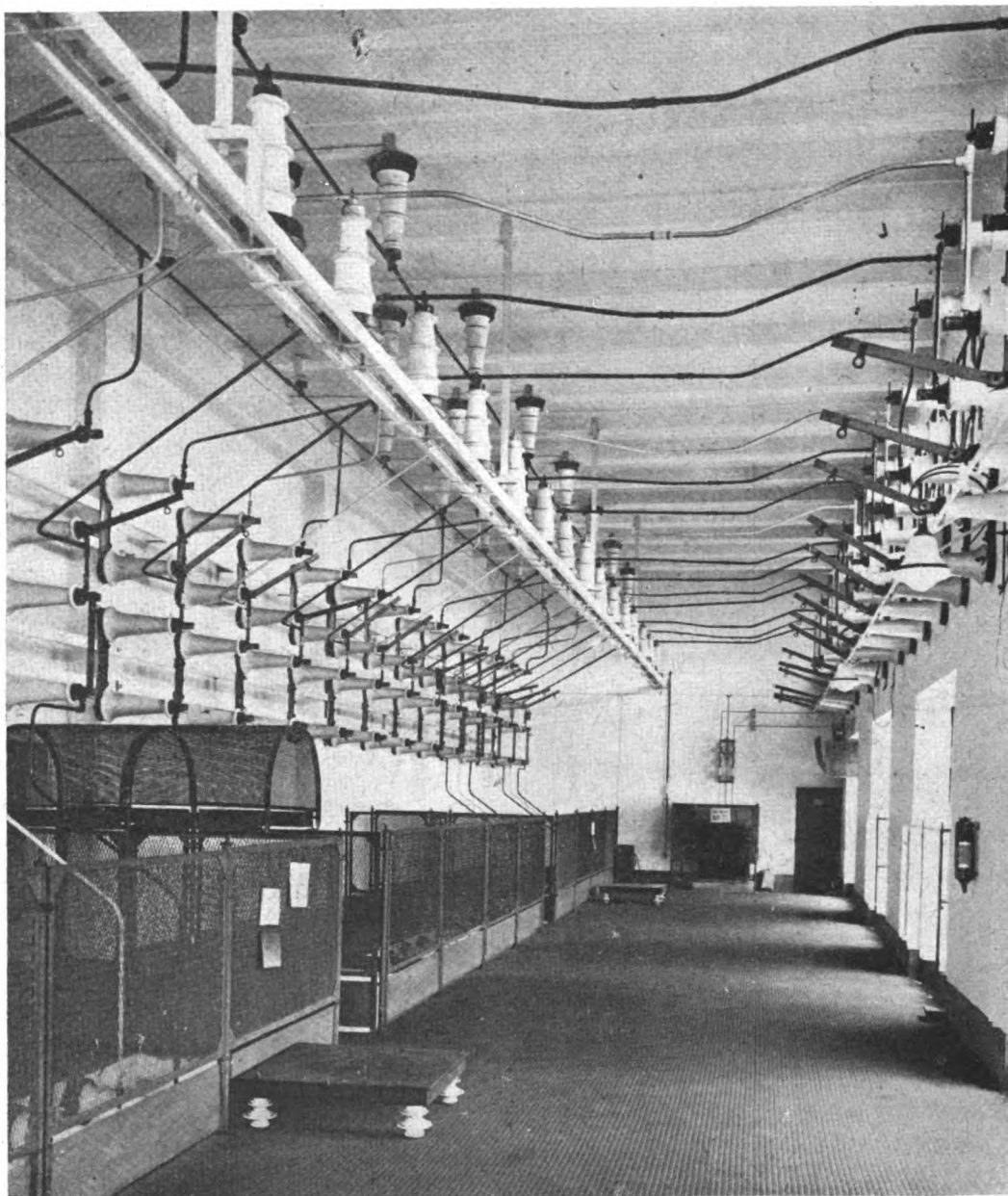



Fig. 8. – Sottostazione di Sestri Levante. Sala interruttori primari.

Tali cavi hanno lo scopo di limitare la caduta di tensione sulla linea di contatto, perchè la distanza fra Terralba e la più prossima sottostazione di Sestri Levante è di km. 41.

Un analogo *feeder* è posato fra la Cabina di Rapallo e la sottostazione di Sestri Levante; composto di 4 cavi unipolari simili al precedente, fra Rapallo e Chiavari e di tre conduttori in treccia da mm² 191,4 ciascuno fra Chiavari e Sestri Levante.

Sottostazione di Sestri Levante. — È del tipo in serie così detta *a due frequenze* perchè in essa può farsi il sezionamento delle linee primarie e secondarie ed eseguire successivamente il parallelo a mezzo del sincronizzatore Sartori.

Vi giungono due terne a 60.000 Volta dalla sottostazione di Busalla e altre due da quella di Spezia.

La sottostazione ha installati tre gruppi di trasformatori monofasi 60.000/4.000 Volta della complessiva potenza di 6750 K. V. A. uno dei quali però attualmente è solo di riserva.

La sottostazione di Sestri, analogamente a quella di Spezia, può essere del tutto

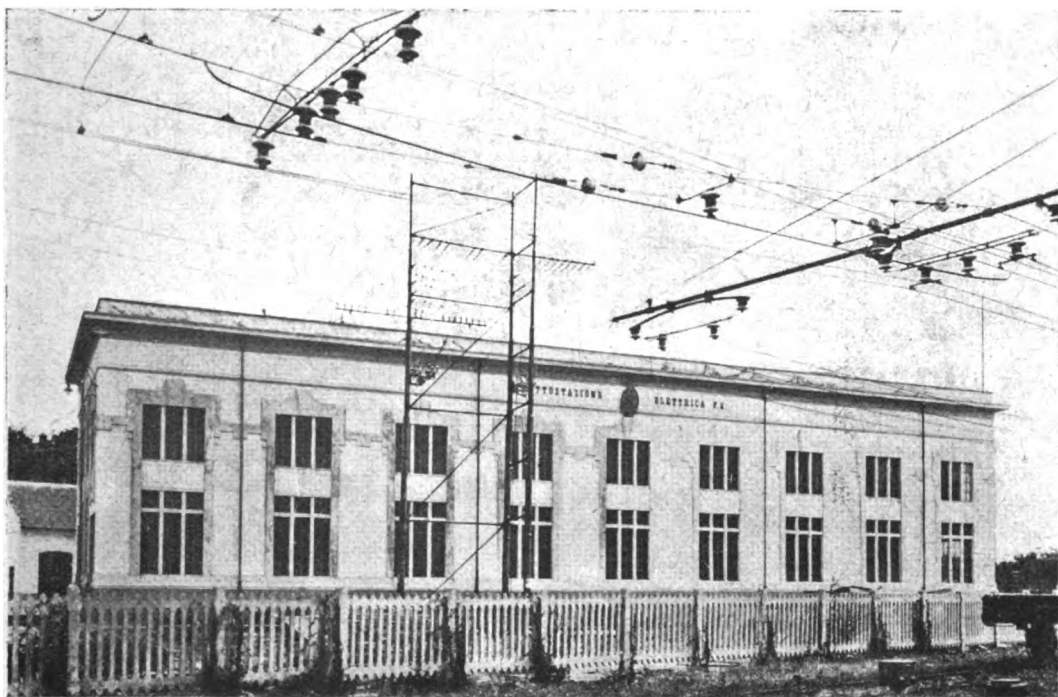



Fig. 9. – Sottostazione di Sestri Levante. Prospetto verso la ferrovia.

esclusa senza interrompere il parallelo delle primarie; ciò avviene a mezzo di opportuni *by-pass* eseguiti con la semplice manovra di coltelli.

Gli anelli primari e secondari sono sezionabili sul nord e sul sud per permettere il funzionamento della sottostazione su una sola delle due reti, in caso di anormalità su entrambe le terne dell'altra rete: perciò anche il gruppo trasformatori di riserva è commutabile sulle due zone (Vedi figg. 7-8).

Sottostazione di Levanto. — Per diminuire la caduta di tensione sulla linea di contatto data la distanza di km. 48 che esiste fra le sottostazioni di Sestri Levante e Spezia e nella considerazione che in questo tratto la linea è a semplice binario, in luogo dei cavi *feeders* come pel tratto Genova-Sestri, fu deciso l'impianto a Levanto di due unità rifasatrici a funzionamento automatico (Vedi tav. 2 e figg. 10-11-12).

In condizioni normali del quadro, per l'inserzione o la disinserzione, opportuni relais agiscono sugli interruttori a comando elettrico determinandone chiusure e aper-

ture a tempo e nell'ordine voluto, e compatibilmente con i blocchi elettrici di collegamento.

L'avviamento di ciascuna macchina è ottenuto a mezzo di un auto-trasformatore (A) che alimenta ciascun motore a tensione ridotta (circa 2000 Volta) ed il motore stesso (M) si mette in marcia come asincrono a campo non eccitato.

Raggiunta una velocità molto prossima a quella di sincronismo viene a chiudersi il circuito di eccitazione mediante il relais r_1 e poco dopo vengono contemporaneamente ad aprirsi e chiudersi rispettivamente i due interruttori (I_1 e I_2) del trasformatore di avvia-

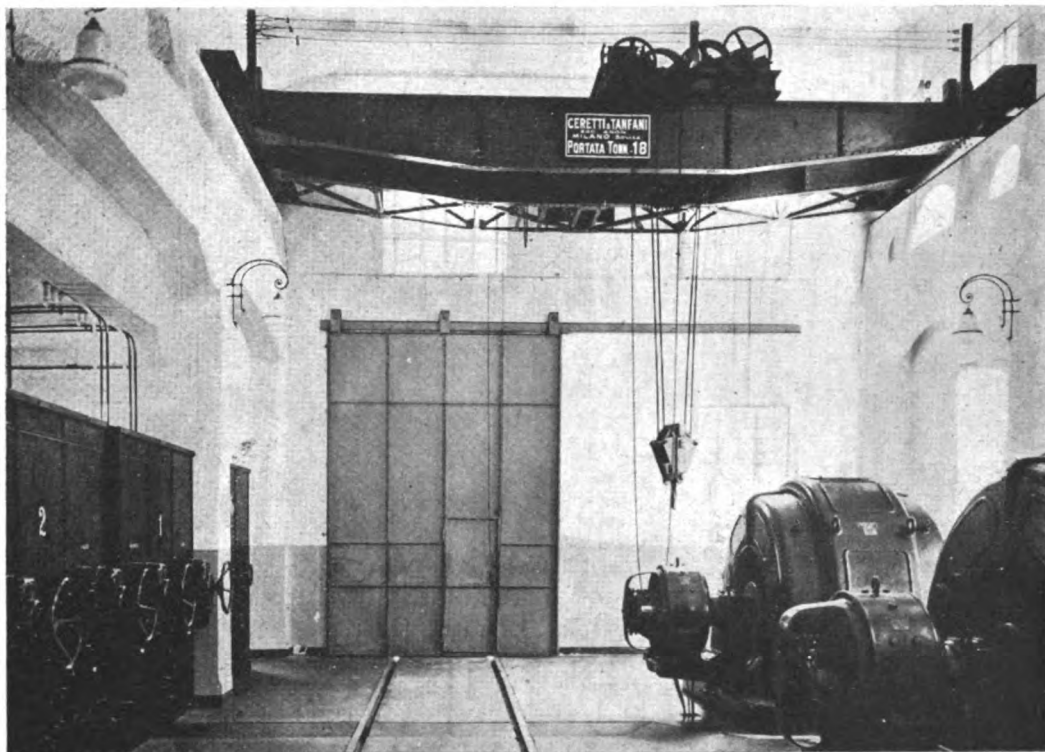



Fig. 10. – Sottostazione di Levanto. Motori sincroni.

mento (uno a monte ed uno a valle di questo, collegati meccanicamente), e l'interruttore di lavoro (I_3).

I relais di ciascuna macchina che comandano tutte le manovre fanno capo a due sistemi di sbarre ausiliarie d'inserzione e di disinserzione.

Il primo sistema fa capo, a sua volta, alle sbarre della sottostazione, e quindi alla linea, a mezzo di un riduttore di tensione (T_1) (rapporto 3300/220); il secondo, ad una piccola batteria di accumulatori a tensione 60 Volta.

Allorchè la tensione di linea scende sotto i 3300 Volta un voltmetro a contatti (V_1), inserito sul secondario del riduttore (T_2) (3300/115 Volta), chiude un circuito ausiliario che fa funzionare l'inseritore (i) di un relais termico (r_2).

Il bagno in olio, in cui è immerso l'elemento termico di detto relais, viene così ad essere riscaldato da una resistenza pure immersa nel bagno chiusasi in corto circuito sulle sbarre a corrente continua della batteria di accumulatori per effetto dell'inseritore.

Se l'abbassamento di tensione sotto i 3300 Volta perdura per un certo tempo oltre il quale è indispensabile l'entrata in servizio del sincrono, il relais termico, che può essere tarato per detto tempo purchè questo rientri nei limiti consentiti dall'apparecchio, provvede a chiudere dei contatti a mezzo dei quali si dà tensione alle sbarre d'inserzione.

Il relais termico, elemento intermediario del sistema, ha per scopo di ritardare la messa in tensione delle sbarre d'inserzione (immediatamente dopo della quale si inizia l'avviamento del motore) per evitare intempestive inserzioni per scarti repentini e momentanei della tensione di linea.

Giunta tensione alle sbarre d'inserzione agisce un relais che chiude a mezzo di co-

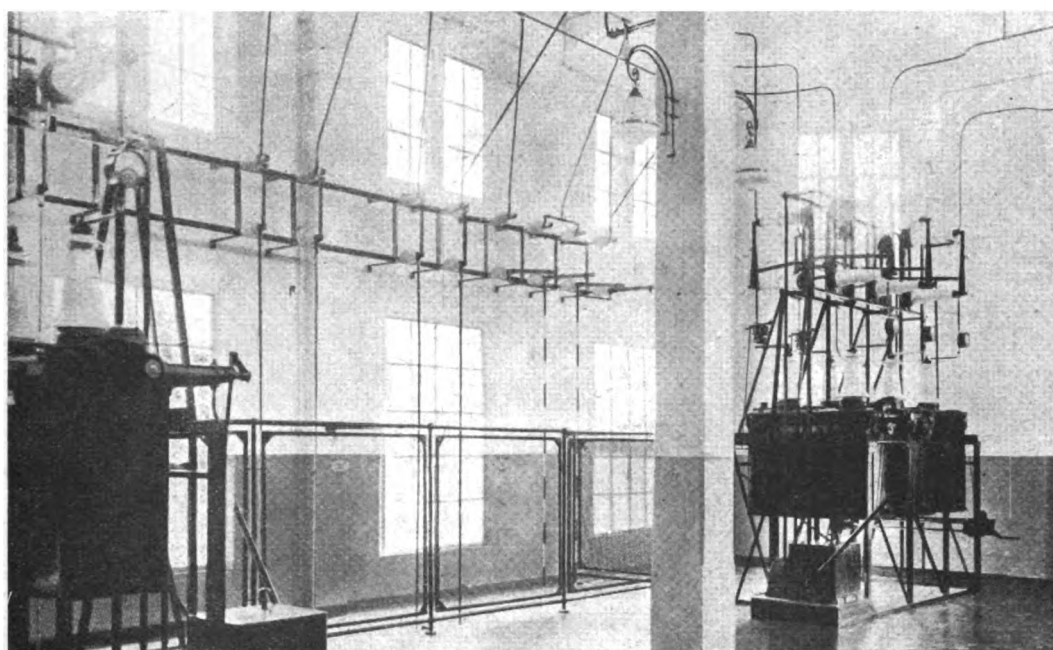



Fig. 11. - Sottostazione di Levanto. Sala interruttori primari.

mando elettrico (col motore M_2), i due interruttori (I_1 e I_2) del trasformatore di avviamento ed il motore si mette in moto a circuito d'eccitazione aperto.

Un relais (r_3), che agisce allorchè la tensione della dinamo d'eccitazione, direttamente accoppiata col sincrono, ha raggiunto un certo valore (corrispondente ad una velocità prossima a quella di sincronismo della macchina) fa chiudere, a mezzo di un circuito ausiliario a c. c. della batteria, l'interruttore (i_2) del circuito di eccitazione del sincrono. Insieme a detto interruttore si chiude anche il circuito di un relais che dopo breve tempo, regolabile in base alla durata dell'avviamento, fa azionare lo scatto degli interruttori del trasformatore d'avviamento e fa funzionare contemporaneamente il comando elettrico di chiusura dell'interruttore di lavoro.

Regolato una volta tanto il reostato di campo del sincrono, un regolatore rapido di tensione R_t che agisce sull'eccitazione della dinamo mantiene la tensione ai morsetti del sincrono al valore voluto di 3300 Volta.

La messa fuori servizio può essere fatta a volontà, a distanza dal posto di controllo, togliendo tensione alle sbarre di inserzione. In tal caso un relais (r_4) a tensione minima

apre l'interruttore di lavoro del sincrono ed il circuito di eccitazione, a mezzo delle sbarre di disinsèrzione e della relativa bobina di scatto.

Ciò avviene invece automaticamente quando manca tensione in linea o se l'abbassamento di tensione di linea, dovuto ad anormalità di alimentazione delle sottostazioni di Sestri Lev. e Spezia raggiunge a Levanto valori incompatibili con le possibilità di funzionamento dei sincroni perchè ne consegue l'entrata in azione del relais a minima.

L'esclusione della macchina avviene pure automaticamente se il valore della corrente sorpassa i limiti consentiti alla macchina stessa; oltre tali limiti, intervengono 3 relais unipolari (r_4) a corrente massima che fanno scattare gli interruttori del trasformatore di avviamento o l'interruttore di lavoro secondochè il sincrono si trovi in avvia-

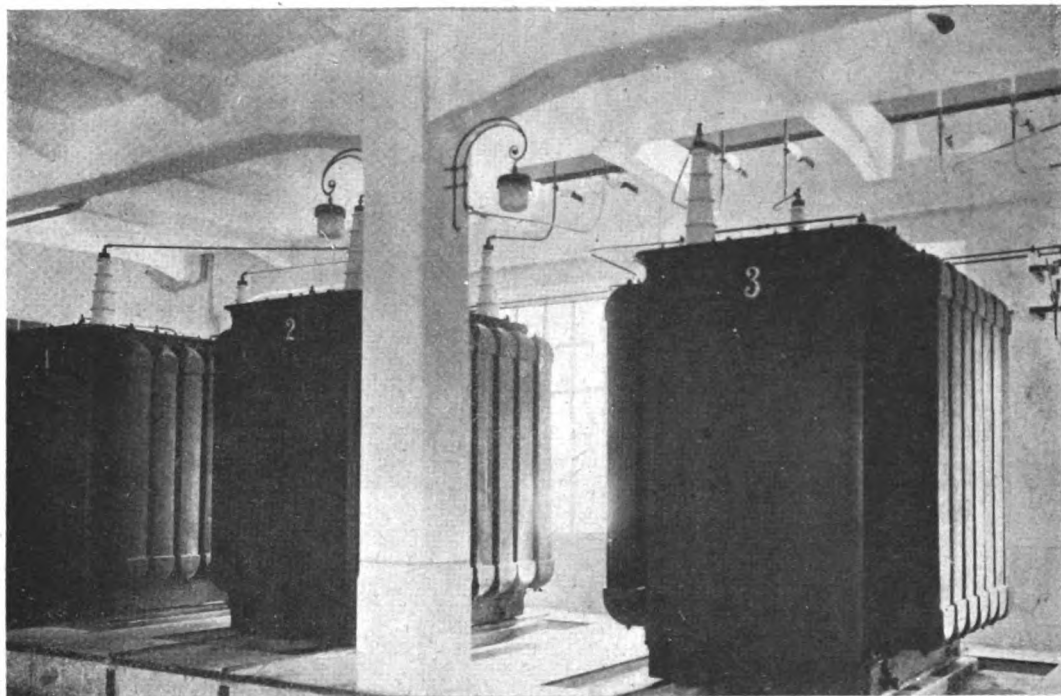



Fig. 12. – Sottostazione di Levanto. Sala trasformatori.

mento od in marcia normale e ciò togliendo tensione alle sbarre d'inserzione a mezzo di un relais.

Gli aumenti di corrente che non rientrano tra quelli pericolosi per la macchina, vengono contenuti entro giusti limiti mediante un limitatore di corrente (R_c) che agisce sull'eccitazione, senza che avvengano interruzioni intempestive di funzionamento.

Oltre all'inserzione automatica, è possibile anche l'inserzione a mano in posto. Una volta chiusi, con la manovra di un solo volante, gli interruttori di avviamento, la messa in marcia normale al sincronismo avviene da sè con la successione più sopra accennata.

Invece per l'inserzione comandata dal posto di controllo, agisce un relais col quale vengono a porsi sotto tensione le sbarre d'inserzione.

È previsto altresì che una delle macchine possa entrare in servizio in ausilio all'altra allorchè il carico in linea abbia superato un dato valore. Provvede a ciò un altro

relais termico del tipo analogo a quello per l'inserzione a bassa tensione in linea, ad azione però dipendente da una forte corrente in linea e tarabile su tale corrente.

Il quadro è perciò munito, per ciascuna macchina, di un commutatore manovrabile a mano che permette di disporre una volta tanto i comandi automatici d'inserzione dei due gruppi secondo le combinazioni che si vogliono, e precisamente: per l'inserzione automatica in caso di bassa tensione; per l'inserzione pure automatica come seconda unità per effetto di forte corrente in linea; per l'inserzione a mano, in posto; e per l'inserzione a volontà a distanza, dal posto di controllo. La sottostazione è alimentata anche con energia a 60 KV che viene trasformata alla tensione della linea di contatto mediante un gruppo di trasformatori monofasi della potenza complessiva di 2250 KVA.

Fig. 13. - Linea primaria in sede ferroviaria fra Sestri L. e Riva Trigoso.

Sottostazione di Spezia. — La sottostazione di Spezia è anch'essa in serie a due frequenze. Ivi giungono due terne a 60,000 V. dalla sottostazione di Sestri Lev., due altre dalla sottostazione di Avenza che la collegano col gruppo primario tosco-emiliano, e finalmente due terne, pure a 60.000 V. dalla Centrale di Ligonchio, con le quali è con-

vogliata l'energia generata direttamente a 16,7 periodi nelle Centrali di Ligonchio e di Predare o quella convertita dai 50 periodi nella Centrale di Predare.

La misura dell'energia fornita da queste Centrali, di proprietà della Società dell'Adamello, avviene nella sottostazione di Spezia.

La potenza installata in questa è di 4500 KVA. ed è costituita da due gruppi di trasformatori monofasi da 750 KVA. del tipo Brown-Boveri. Manca il gruppo di riserva.

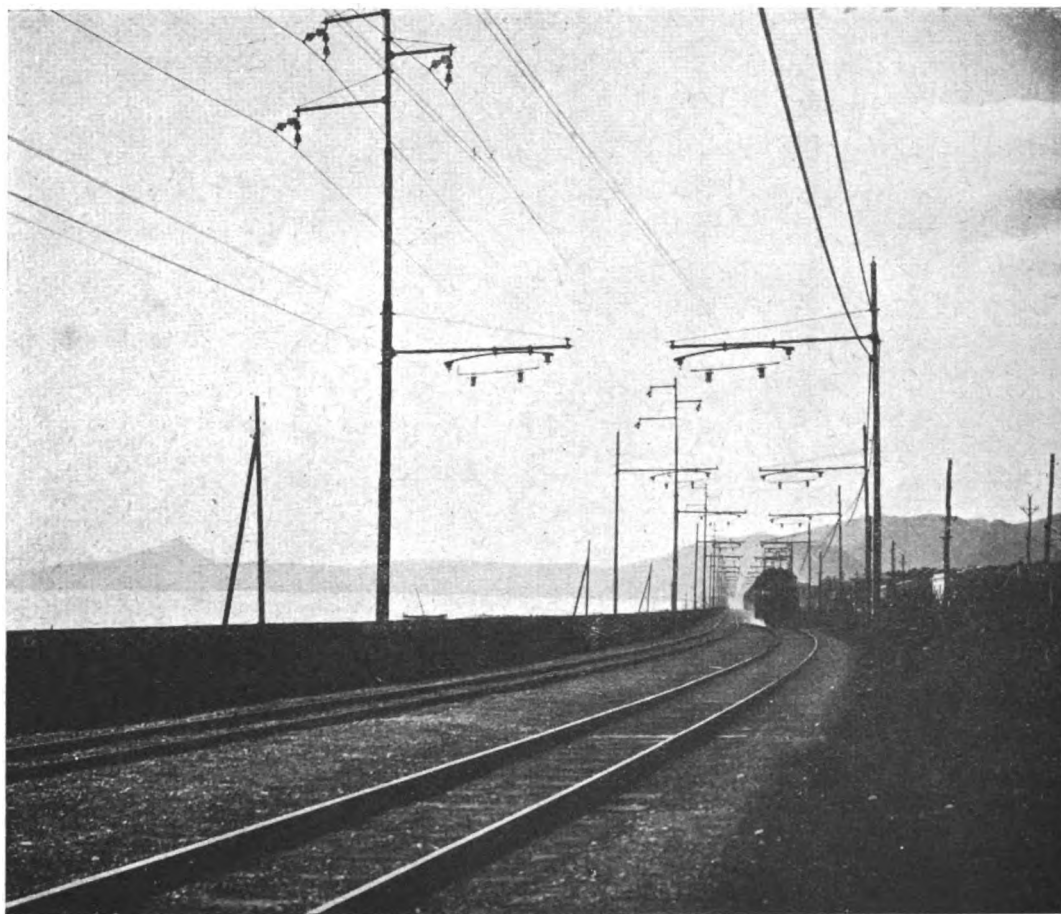



Fig. 14. – Linea ferroviaria Genova-Spezia. Veduta di Cavi verso Lavagna.

Le primarie dell'Adamello possono essere disposte per l'alimentazione della rete Nord o di quella Sud. Gli anelli primari e secondari sono quindi sezionabili sul nord e sul sud per permettere anche qui il funzionamento a due frequenze.

Anche la sottostazione di Spezia è provvista di adatto *by-pass* per la sua esclusione.

* * *

In tutte le sottostazioni l'alimentazione delle sbarre secondarie è fatta a mezzo di interruttori a 4000 V./1200 A del tipo F. S., i quali, com'è noto, oltre ad avere una maggior capacità, sono del tipo corazzato e danno una maggior sicurezza di esercizio, sia in caso d'incendio che di scoppio dei cassoni. Le stazioni a due frequenze hanno sem-

pre due tratti tampone terminali, alimentati da appositi interruttori, ovvero con coltelli di sezionamento; normalmente essi sono sotto tensione, salvo quando sia effettuato il sezionamento delle primarie e delle secondarie, nel qual caso la stazione può essere alimentata con una qualsiasi delle due frequenze.

Nelle sottostazioni di Sestri, Levanto e Spezia è possibile l'impiego di sottostazioni sussidiarie ambulanti che, come è noto, sono montate su speciali carri e delle quali si omette la descrizione perchè oramai conosciute, come pure sono di dominio dei tecnici i tipi di interruttori primari e secondari adottati nelle varie sottostazioni.

Linee di contatto

È mantenuto il tipo, come in generale di quelle elettrificate del gruppo ligure-piemontese, di sospensione trasversale con appoggi su pali Mannesmann a distanze variabili da 20 a 35 metri; i conduttori sono di rame in numero di due per fase nella piena linea e di uno per fase nelle stazioni.

Nella attrezzatura di queste per quanto riguarda i tipi di scambi, si sono adottati quelli più recenti con notevoli semplificazioni in atto (figg. 13 e 14).

Esercizio della linea

Primarie. — Un ben coordinato servizio di comunicazioni telefoniche, e una opportuna dislocazione di agenti guardalinee, muniti di apparecchi telefonici portatili e di camions leggeri, consentono di individuare i guasti eventuali sulle linee; di ripararli in brevissimo tempo, malgrado che esse in molti tratti siano lontano anche dalle strade e sentieri. Sebbene le due terne siano portate da un solo palo, il personale lavora su una di esse lasciando in normale servizio quella vicina.

La revisione delle linee con accesso e verifica di ogni catena di isolatori in servizio viene fatta quattro volte all'anno mentre l'ispezione da terra è regolata in modo che l'intera tratta Busalla-Spezia viene ispezionata una volta alla settimana.

* * *

Linee di contatto. — Per la normale manutenzione delle linee di contatto si ha in generale un intervallo di tolta tensione inferiore a due ore al giorno e per circa 20 giorni al mese sulle linee a semplice binario; in quelle a doppio binario invece non avviene mai in modo completo in quanto che a giorni alternati, escluse le domeniche, nelle quali l'interruzione non avviene affatto, essa è mantenuta o sul binario dei treni pari o su quello dei treni dispari e quindi l'esercizio delle linee aeree di contatto non crea limitazioni superiori di quelle richieste, specie sulle linee a grande traffico, per la normale manutenzione dei binari.

Anche le anormalità degli impianti sono oramai ridotte ad un numero molto limitato rispetto a quello dei treni in servizio sulle varie linee di modo che si può asserire che l'esercizio ha oramai raggiunto una regolarità normale.

Concorrenza e coordinamento tra ferrovia e automobile al Sesto Congresso Internazionale della Strada

Ing. FERRUCCIO VEZZANI

Riassunto. — L'autore, che ha partecipato al 6° Congresso Internazionale della Strada tenutosi in Washington nell'ottobre 1930, riassume i rapporti presentati al Congresso dai principali paesi sul tema « Concorrenza e coordinamento tra ferrovia e automobile » completandoli per gli Stati Uniti d'America con dati raccolti sul posto, riporta le conclusioni generali votate al Congresso, ed aggiunge alcune considerazioni personali sul coordinamento tra ferrovia ed automobile in Italia.

Il problema della concorrenza e del coordinamento tra ferrovia e automobile, che diventa sempre più assillante per i trasporti terrestri di oggigiorno, ha avuto ampia trattazione al 6° Congresso Internazionale della Strada, tenutosi in Washington nell'ottobre 1930.

Il tema 5° del Congresso (Trasporti su strada: correlazione e coordinamento con gli altri modi di trasporto; applicazione alle esigenze della collettività e degli individui) ebbe un'animata discussione nella seduta del 10 ottobre, nella quale furono approvate le conclusioni generali presentate dal prof. Trumbower dell'Università del Wisconsin.

Prima di riportare queste conclusioni riteniamo interessante riassumere brevemente i rapporti presentati dalle principali nazioni europee e dagli Stati Uniti d'America, completandoli — per quanto concerne questi ultimi — con dati raccolti sul posto.

ITALIA

Lo sviluppo della rete ferroviaria italiana ammonta in totale a circa 26.000 km., dei quali km. 16.750 di ferrovie esercitate dallo Stato, km. 5.100 di ferrovie esercitate dall'industria privata e km. 4.150 di tranvie estraurbane.

La rete stradale italiana ha uno sviluppo totale (escluse le vie cittadine) di circa km. 160.000, dei quali km. 20.700 di strade statali, km. 41.300 di strade provinciali e km. 100.000 circa di strade comunali vicinali e consorziali.

Gli autoveicoli in circolazione in Italia nell'anno 1928 erano in numero di 263.084, dei quali 150.133 autovetture, 40.189 autocarri e 72.762 motocicli. Questo numero è aumentato al 30 settembre 1930 a 357.799 (199.432 autovetture, 8.661 autobus, 61.435 autocarri e 88.361 motocicli). Vi sono inoltre in circolazione sulle strade italiane circa 1 milione e mezzo di veicoli a trazione animale e 4 milioni di biciclette.

Può ritenersi che il numero di viaggiatori-chilometro trasportati su strada sia all'incirca di 12 miliardi, di cui 6 miliardi con mezzi automobilistici e 6 miliardi con veicoli a trazione animale e con biciclette. I trasporti di merci su strada ammontano a circa 3 miliardi di tonnellate-km., di cui 1 miliardo circa trasportate con autoveicoli e 2 miliardi con veicoli a trazione animale.

I trasporti ferroviari raggiungono in Italia un totale annuo di circa 11 miliardi di viaggiatori-km. e 12 miliardi e mezzo di tonnellate-km. di merci. La loro entità risulta

quindi all'incirca uguale a quelli dei trasporti su strada per quanto riguarda i viaggiatori, mentre per quanto riguarda le merci i trasporti ferroviari rappresentano circa il quadruplo di quelli su strada.

In Italia hanno avuto grande sviluppo fin dall'anno 1909 i servizi pubblici automobilistici per viaggiatori, i quali furono — fin dal loro inizio — controllati dall'autorità governativa che riservò a sè il diritto della concessione e della sorveglianza di essi. Lo Stato accorda un piccolo sussidio variabile di caso in caso fino al massimo di L. 600 annue per km. di linea (che in casi eccezionali può giungere fino a L. 800 a km.) ai servizi automobilistici destinati a collegare tra loro paesi sprovvisti di ferrovie e tranvie e ad allacciarli ai più prossimi scali ferroviari.

Si hanno attualmente in esercizio in Italia, circa 70.000 km. di servizi automobilistici estraurbani, dei quali km. 30.000 circa concessi in via definitiva con o senza sussidio governativo e km. 40.000 autorizzati in via provvisoria senza alcun sussidio governativo. Le sovvenzioni totali pagate dallo Stato ammontano a circa 11 milioni all'anno.

In questi ultimi anni si sono poi diffusi, specialmente in alcune regioni, i servizi automobilistici di gran turismo, a durata stagionale (di solito due o tre mesi all'anno), aventi oggi una lunghezza di esercizio di circa 30.000 km.

Su questa rete, con una dotazione complessiva di circa 7.000 autobus, si effettua annualmente, in Italia, una percorrenza di circa 80 milioni di autobus-km. con un movimento di oltre mezzo miliardo di viaggiatori-km. Il numero di viaggiatori-km. trasportati sui servizi pubblici automobilistici risulta circa un decimo di quello dei viaggiatori-km. trasportati con autovetture private.

I servizi pubblici automobilistici per trasporto di merci, a differenza di quelli per viaggiatori, non hanno avuto finora in Italia sensibile sviluppo. Ciò che differenzia i servizi automobilistici viaggiatori da quelli merci è *l'obbligo della regolarità*, che s'impone sempre nei primi per il trasporto degli effetti postali e per evidenti ragioni di comodità dei viaggiatori, e che non sussiste invece quasi mai nei secondi. Infatti al trasporto dei piccoli pacchi agricoli e del collettame minuto (che può spesso avere carattere d'urgenza) provvedono i servizi pubblici automobilistici per viaggiatori. Gli altri trasporti di merci (materiale da costruzione, prodotti del suolo, concimi chimici ecc.) non hanno di solito un carattere d'urgenza tale da imporre la partenza di un autocarro prima che si abbia tanta merce da poter fare un carico completo. Per questi trasporti il criterio della maggiore economia prevale sempre su quello della regolarità. Inoltre non può stabilirsi di solito, per questi trasporti di merci, un percorso e un carico determinato, giacchè l'autocarro deve andare a ritirare la merce al magazzino di partenza e scaricarla a quello di destinazione, con percorsi variabili di volta in volta, secondo le diverse necessità commerciali. Ne consegue che il regime di esercizio preferito per i trasporti di merci su strada è quello della libera concorrenza, senza alcun vincolo di concessione da parte dello Stato o di altri enti pubblici. È appunto così che si svolgono in Italia nella loro quasi totalità i servizi automobilistici per il trasporto delle merci.

Ciò non toglie che in casi speciali, per esempio tra due centri di notevole importanza ove sia possibile avere quasi sempre un *carico di ritorno*, non siano stati organizzati servizi pubblici automobilistici merci, per il trasporto — specialmente a collettame — di merci ricche. Trattasi però di casi eccezionali.

Per facilitare il trasporto delle merci e coordinarlo con i trasporti ferroviari si è re-

centemente istituita tra le Ferrovie dello Stato e le quattro principali Banche italiane, una società anonima per azioni sotto la denominazione di « Istituto Nazionale Trasporti » (I. N. T.). Questo Ente ha per oggetto lo sviluppo dei trasporti merci in collaborazione con le Ferrovie dello Stato, con presa e consegna a domicilio delle merci.

Questo Ente, che ha incominciato a funzionare nel maggio 1929, ha già svolta una importante attività riuscendo, mediante accordi con le maggiori Case di spedizione (Gondrand, ecc.), a riportare alla ferrovia un certo numero di trasporti merci che le erano sfuggiti. L'I. N. T. si propone inoltre di istituire nelle regioni sprovviste di moderni mezzi di trasporto delle linee camionistiche regolari, capaci di sviluppare ed attirare alla ferrovia il traffico di quelle regioni.

FRANCIA

Lo sviluppo della rete ferroviaria francese ammonta in totale a circa km. 60.000, dei quali km. 43.000 di ferrovie di interesse generale e km. 17.000 di ferrovie di interesse locale e di tranvie estraurbane.

La rete stradale francese ha uno sviluppo complessivo di circa km. 650.000.

Gli autoveicoli in circolazione in Francia nell'anno 1928 erano in numero di 1.416.900, dei quali 757.700 autovetture, 26.000 autobus, 304.700 autocarri e 328.000 motocicli. Vi erano inoltre 1.553.000 veicoli a trazione animale e 6 milioni e mezzo di biciclette. In Francia le autovetture private risultano 25 volte più numerose degli autobus ed hanno quindi importanza preponderante nel trasporto dei viaggiatori.

Il traffico ferroviario annuo raggiunge in Francia circa 28 miliardi di viaggiatori-km. e 44 miliardi di tonnellate-km. di merci. Il traffico stradale può ritenersi di circa 30 miliardi all'anno di viaggiatori-km. e di 7 miliardi di tonnellate-km. di merci.

A differenza di quanto avviene in Italia, i servizi pubblici automobilistici per viaggiatori non sono in Francia controllati da alcuna autorità, ma possono svilupparsi liberamente in regime di concorrenza sia tra loro sia con i pubblici servizi di trasporto preesistenti. Essi non sono sottoposti che alla semplice formalità di dichiarare l'inizio del servizio alla Prefettura competente.

In Francia sono disciplinati dall'autorità governativa o dalle autorità locali (dipartimenti e comuni) soltanto i servizi pubblici automobilistici sussidiati che raggiungono la lunghezza di km. 57.700, dei quali km. 28.700 sussidiati dallo Stato e km. 29.000 sussidiati dai dipartimenti o dai comuni. Esistono poi circa km. 30.000 di servizi pubblici automobilistici non sussidiati, che possono effettuarsi liberamente, su qualsiasi percorso, senza restrizioni di sorta.

I sussidi dello Stato ai servizi pubblici automobilistici ammontano in Francia a circa 10 *milioni di franchi all'anno.* Essi sono corrisposti o in base alla lunghezza della linea (legge del 1908), nel qual caso la sovvenzione media è di 380 franchi per km. di linea, o in base alla percorrenza (legge del 1923), nel qual caso la sovvenzione media è di circa *franchi* 0,60 *per vettura-km.*

Le Amministrazioni delle sette grandi reti ferroviarie francesi, sull'esempio di quanto ha fatto per prima la Paris-Lion-Méditerranée (P. L. M.), hanno organizzato l'esercizio di servizi automobilistici turistici a carattere stagionale. Questi servizi sono quasi sempre affidati a imprese locali; le società ferroviarie non hanno che il controllo sui tracciati delle linee, sulle tariffe e sugli orari. Le ferrovie accordano talvolta delle sovvenzioni,

tal altra una garanzia di prodotto minimo (di solito franchi 4 ÷ 4,25 per autobus-chilometro) alle ditte esercenti.

Attualmente si riconosce in Francia la necessità che i poteri pubblici provvedano al coordinamento dei servizi pubblici automobilistici per viaggiatori, sottomettendoli tutti ad un regime di autorizzazione e di controllo come lo sono di già i servizi automobilistici sussidiati; ciò allo scopo di porre rimedio all'attuale disordine e di far sviluppare le linee di autobus come affluenti anzichè come concòrrenti delle linee ferroviarie.

Nell'anno 1928 ciascuna delle sette grandi reti ferroviarie francesi ha costituito, con l'approvazione del Ministero dei Lavori Pubblici, una società ausiliaria di trasporti automobilistici. Questa società, vera impresa generale di camionaggio e di corrispondenza, ha per campo d'azione la regione servita dalla grande rete ferroviaria; generalmente vi partecipano anche le ferrovie secondarie interessate.

Lo scopo di queste società automobilistiche ausiliarie è quello di sviluppare i servizi merci affluenti alla ferrovia battendo la concorrenza degli autoservizi liberi e di ricondurre alla ferrovia quel traffico merci che essa può meglio disimpegnare.

Queste società filiali talvolta effettuano esse stesse i trasporti automobilistici, tal altra e più spesso ne cedono invece l'esercizio a ditte esistenti già specializzate, di cui controllano il funzionamento.

Le grandi reti ferroviarie francesi hanno attualmente in esercizio, per mezzo di queste società ausiliarie, alcune migliaia di chilometri di servizi di trasporto merci effettuati con autocarri. Questi servizi facilitano il *groupage* e il trasporto delle merci dal domicilio del mittente a quello del destinatario con utilizzazione successiva dell'autocarro, della ferrovia e dell'autocarro. Essi procurano agli utenti il vantaggio di una maggiore comodità e rapidità dei trasporti.

GERMANIA

La rete ferroviaria germanica ammonta in totale a km. 72.000, dei quali km. 56.000 di linee principali e km. 16.000 di linee secondarie, tranvie e ferrovie private.

La rete stradale della Germania ha uno sviluppo complessivo di km. 214.000, dei quali km. 63.000 di strade statali e provinciali, km. 111.000 di strade distrettuali e km. 40.000 di strade comunali e rurali.

Gli autoveicoli in circolazione in Germania erano, al 1º luglio 1929, 1.214.000, dei quali 433.000 vetture da turismo ed autobus, 144.000 autocarri, 29.000 autoveicoli speciali (trattori, autocarri per servizio di incendio, ecc.), e 608.000 motocicli. La circolazione dei veicoli a trazione animale e delle biciclette è molto forte in Germania, ma non esistono statistiche di questi veicoli.

Il traffico ferroviario annuo raggiunge in Germania circa 48 miliardi di viaggiatori-km. e 73 miliardi di tonnellate-km. di merci. Il traffico stradale può forse ritenersi di circa 25 miliardi di viaggiatori-Km. e di circa 5 miliardi di tonnellate-chilometro di merci.

I servizi pubblici automobilistici estraurbani per viaggiatori si sono sviluppati notevolmente anche in Germania ed hanno attualmente un totale di circa 10.000 autobus in servizio.

Essi si dividono in tre grandi gruppi di imprese che sono:

1. La « Reichspost » (servizio delle Poste del Reich);

2. La « Kraftverkehr Deutschland G. m. b. H. », società a garanzia limitata, composta del Reich, degli stati, delle provincie e dei comuni, con sede a Berlino.

3. Le imprese private.

La Reichspost è l'impresa più importante di servizi pubblici automobilistici, sia per l'estensione della rete che per il numero degli autoveicoli in servizio. Essa effettua, oltre al servizio viaggiatori ed al servizio postale, anche il servizio per trasporto di merci nelle campagne.

Nell'anno 1928 la lunghezza delle linee viaggiatori esercitate dalla Reichspost fu di Km. 37.162 con 3298 autobus.

La « Kraftverkehr Deutschland G. m. b. H. » esercitò, nell'anno 1928, Km. 8592 di linee viaggiatori con 1211 autobus e Km. 4105 di linee regolari per trasporti di merci con 566 autocarri. Queste linee funzionano in alcuni casi come alimentatrici delle ferrovie, in altri casi effettuano direttamente il trasporto di merci — specialmente ricche — tra centri importanti, in concorrenza con le ferrovie. In altri casi infine la società affitta i propri autocarri per qualsiasi genere di trasporti agli industriali, ai commercianti e agli agricoltori.

Oltre alla Reichspost e a questa speciale società tra lo stato, le provincie e i comuni, vi sono in Germania numerosissime piccole imprese private che effettuano servizi pubblici automobilistici estraurbani, di solito senza obbligo di regolarità e spesso con carattere turistico nei dintorni delle stazioni balneari, estive e climatiche.

Queste imprese private sono rappresentate da un sindacato (Verband der Kraftomnibus und Rundfahrt Unternehmungen) con sede a Heidelberg.

I tre gruppi sopra citati esercitano attualmente una rete complessiva di circa Km. 60.000 di linee.

La Società delle Ferrovie del Reich (Reichsbahn), che esercita la rete ferroviaria principale, ha richiamato ripetutamente l'attenzione del pubblico e del governo sopra le gravi conseguenze che la concorrenza automobilistica arreca al suo bilancio. La diminuzione degli introiti viaggiatori nell'anno 1928 dovuta alla concorrenza automobilistica è stimata dalla Reichsbahn in circa 650 milioni di lire, cioè il 10 % dell'introito totale viaggiatori di quell'anno. Questa perdita va attribuita per più di tre quarti alle vetture da turismo e per il resto agli autobus.

La diminuzione degli introiti merci dovuta alla concorrenza automobilistica è stimata dalla Reichsbahn in circa 950 milioni di lire per l'anno 1928, cioè il 6 % degli introiti merci totali.

Per vincere la concorrenza automobilistica nei trasporti di merci, la Reichsbahn ha istituito le così dette *tariffe K*, che riducono le tariffe ferroviarie per determinate distanze o in casi determinati, allo scopo di combattere la concorrenza degli autocarri. In molti casi questa riduzione di tariffa è servita a riguadagnare il traffico merci perduto. Attualmente sono in vigore 100 tariffe K che concernono le merci più importanti come carta, grano, farine, zucchero, birra, vino, acque minerali, cemento, metalli, ecc. La Reichsbahn ha chiesto anche il diritto di effettuare in casi speciali appositi accordi tariffari per combattere la concorrenza degli autotrasporti merci, senza essere obbligata a rendere pubblici gli accordi stessi.

La Reichsbahn chiede inoltre che venga meglio regolato il diritto di effettuare il trasporto di merci con autocarri da noleggio, senza che ciò venga a restringere in alcun

modo il diritto da parte degli industriali, agricoltori e commercianti di trasportare le proprie merci mediante propri autocarri.

Recentemente la Reichsbahn ha effettuato un accordo speciale con la Reichspost per la creazione di servizi automobilistici-ferroviari per il trasporto di viaggiatori e di merci, in modo che i servizi pubblici automobilistici estraurbani così creati vengano a costituire un affluente anzichè un concorrente della ferrovia.

SVIZZERA

Lo sviluppo della rete ferroviaria svizzera ammonta in totale a circa Km. 5700, dei quali Km. 3000 esercitati dalle « Ferrovie Federali » e Km. 2700 esercitati da società private.

La rete stradale svizzera ha uno sviluppo complessivo di oltre Km. 16.000.

Gli autoveicoli in circolazione nella Svizzera erano alla fine dell'anno 1928 in numero di 104.950, dei quali 52.113 autovetture da turismo, 12.049 autocarri ed autobus e 40.788 motociclette. La Svizzera ha un autoveicolo per ogni 37 abitanti; essa si trova pertanto fra le nazioni europee a circolazione automobilistica più intensa.

I servizi pubblici automobilistici estraurbani si sono sviluppati notevolmente anche in Svizzera ed hanno attualmente una lunghezza complessiva di oltre Km. 5000, con circa 700 autobus. Essi possono dividersi in due gruppi: uno organizzato ed esercitato dall'« Amministrazione Postale Federale », l'altro esercitato da imprese private in base a regolari concessioni ottenute dagli stati della Federazione. Queste concessioni statali limitano efficacemente la concorrenza che i servizi pubblici automobilistici potrebbero fare alle ferrovie. Ed infatti i servizi pubblici automobilistici dell'Amministrazione Postale e delle società private servono nella loro grande maggioranza regioni sprovviste di ferrovie. La concorrenza tra ferrovie ed autobus si effettua soltanto con alcune imprese che organizzano servizi liberi di trasporti.

La collaborazione tra ferrovie ed autobus si è notevolmente sviluppata in Svizzera anche per i trasporti turistici. Le ferrovie svizzere organizzano insieme con l'Amministrazione Postale e con le imprese private automobilistiche delle escursioni nelle regioni più pittoresche della Svizzera, ad un prezzo *a forfait*, nel quale sono comprese tutte le spese di trasporto.

Per quanto riguarda il trasporto delle merci, le Ferrovie Federali hanno ritenuto necessario di creare un organismo autonomo sotto una direzione comune, la quale, libera dalle vecchie tradizioni, fosse meglio in grado di apprezzare il nuovo stato di cose.

Questo organismo fu fondato nell'estate dell'anno 1926 e prese il nome di « Sesa » (Schweizerische Express A. G.) con sede in Zurigo. Oltre alle Ferrovie Federali partecipano a questo organismo le più importanti società private esercenti ferrovie, nonchè i delegati dei sindacati delle società di spedizione e dei servizi di camionaggio in corrispondenza con le ferrovie.

Uno dei primi e più importanti compiti della « Sesa » fu quello di studiare le particolarità e le condizioni economiche dei trasporti di merci su strada per informarne esattamente le amministrzioni ferroviarie. In base a questi studi la « Sesa » giunse a stabilire che la concorrenza alle ferrovie svizzere per i trasporti di merci si esercitava, nel campo delle merci ricche, anche per le spedizioni a vagone completo, per carichi cioè di cinque tonnellate o più.

Una esatta analisi del costo del trasporto su strada dimostrò che attualmente, nell'ipotesi di un esercizio automobilistico razionale effettuato con l'impiego di un autocarro di 5 tonnellate e mezzo di carico utile con rimorchio da 4 tonnellate e mezzo di carico utile, senza carico di ritorno, il costo del trasporto risulta di circa L. 0,80 (franchi svizzeri 0,22) a tonnellata-chilometro. Con un carico di ritorno del 50 % questo costo diminuisce a L. 0,60 a tonnellata-chilometro.

Di fronte a questi prezzi, che debbono intendersi sempre per spedizioni da domicilio a domicilio, le tariffe ferroviarie federali che per le merci ricche raggiungevano in media L. 1,22 a tonnellata-chilometro e che non comprendono che il trasporto ferroviario da stazione a stazione, si rivelavano evidentemente incapaci di sostenere la concorrenza.

A causa della loro situazione finanziaria, nè le ferrovie federali, nè le ferrovie private svizzere erano in condizioni di sopportare una diminuzione generale delle tariffe merci. Fu pertanto deciso dalle amministrazioni ferroviarie di trasportare, a decorrere dal 1º aprile 1927, le merci di qualsiasi tipo, a grande e a piccola velocità, alle stesse tariffe (ivi comprese le spese di trasporto fino alla stazione di partenza e fino al domicilio del destinatario nonchè le sovratasse di qualsiasi genere) di quelle possibili in una impresa di trasporti automobilistici, subordinatamente però alle condizioni seguenti:

1. Lo speditore deve fornire la prova — a richiesta della ferrovia — che se queste condizioni di trasporto non gli vengono accordate sarà per lui più vantaggioso di far trasportare le sue merci mediante autocarri, e che egli si trova in condizioni di farlo;

2. Applicando queste tariffe deve pur sempre restare alla ferrovia, oltre alle spese di costo, un beneficio in rapporto col servizio reso;

3. Lo speditore deve impegnarsi a spedire ogni anno per ferrovia una quantità minima di merci da determinarsi caso per caso;

4. Lo speditore rinuncia al trasporto con autocarri, completamente o in una proporzione da determinarsi d'accordo con la ferrovia.

Le trattative con gli speditori furono affidate alla « Sesa »; queste furono all'inizio molto difficili, ma in seguito la « Sesa » potè riuscire a conservare alla ferrovia in quantità sempre maggiore i trasporti minacciati dalla concorrenza automobilistica e perfino a ricondurle dei trasporti già perduti.

Senonchè i prezzi dei trasporti su strada, sotto la pressione della concorrenza di numerose imprese automobilistiche tra di loro ed anche sotto la pressione della difesa fatta dalla « Sesa », ebbero una sensibile diminuzione dovuta altresì ai continui perfezionamenti degli autocarri pesanti e ai miglioramenti della rete stradale. In Svizzera le imprese automobilistiche effettuano il loro esercizio in maniera sempre più razionale e aumentano sempre più i loro sforzi per assicurarsi il *carico di ritorno*, nel quale risiede la più importante possibilità di economia dei trasporti con autocarri.

In Svizzera si è recentemente sviluppato l'impiego dei motori Diesel sugli autocarri pesanti, impiego che può modificare di nuovo la situazione a vantaggio dei trasporti su strada.

Secondo l'ing. Hohl, vicedirettore della « Sesa », il prezzo della tonnellata-Km. trasportata su autocarri Diesel con rimorchio giunge a L. 0,63 senza carico di ritorno, e a L. 0,48 e perfino a L. 0,40 con la possibilità del 50 % di carico di ritorno. Nello

spazio di quattro anni le spese di esercizio dei trasporti pesanti su strada avrebbero subìto, secondo il suddetto ingegnere, una diminuzione del 25 al 30 %.

Per quanto riguarda i trasporti di merci a collettame, la « Sesa » è riuscita a stabilire che in Svizzera il trasporto di merci a collettame su strada raggiunge circa il 30 o 40% del trasporto totale a collettame. Per quanto una forte percentuale di questo traffico possa considerarsi come di utile nullo per le ferrovie, pur tuttavia anche in questo campo si stanno studiando opportune misure per impedire una ulteriore evasione delle merci a collettame ed anche eventualmente per riguadagnare quella parte di questo traffico che ha grande distanza di trasporto.

La « Sesa » ha inoltre studiato attentamente la collaborazione tra ferrovia e automobile per i trasporti cosiddetti complementari, per quelli cioè nei quali l'azione di un mezzo di trasporto prolunga quella dell'altro.

La prima misura adottata dalla « Sesa » in questo campo consistè nel miglioramento e nella diminuzione del costo dei servizi locali di camionaggio collegati alle ferrovie, cioè di quella forma di trasporto su strada che si occupa della consegna al domicilio del destinatario delle merci arrivate per ferrovia, e della presa a domicilio delle merci da spedirsi per ferrovia. La « Sesa » ha stipulato dei contratti di agenzia con le imprese ufficiali di camionaggio delle ferrovie federali e delle ferrovie private. Il numero di queste agenzie è attualmente di circa 180; esse estendono la loro attività a 250 stazioni ferroviarie e servono 550 abitati.

Questi trasporti per autocarro sono fatti in tutta la Svizzera a tariffe stabilite in modo sistematico, e secondo una base unica; così pure è regolamentata la responsabilità dei vettori automobilistici, i termini di resa, ecc.

Queste agenzie della « Sesa » costituiscono il nocciolo centrale intorno al quale dovrà estendersi in avvenire la collaborazione organizzata tra ferrovia ed automobile per il trasporto delle merci.

Si sta attualmente organizzando dalla « Sesa » il servizio di presa e di distribuzione delle merci nelle regioni sprovviste di ferrovie. Questo servizio è chiamato di camionaggio lontano per distinguerlo da quello di camionaggio locale sopra indicato. Dai primi esperimenti effettuati è risultato che i prezzi di trasporto delle merci devono — per questo genere di servizi — essere ridotti al minimo possibile, e pertanto sembra che in molti casi sarà difficile organizzare questo genere di trasporti in condizioni economiche. Tali servizi avranno però il vantaggio di collegare alla rete ferroviaria i paesi attualmente lontani da essa e di sviluppare economicamente questi paesi.

La « Sesa » si occupa inoltre in Svizzera della questione delle « casse mobili » (*containers*). Non si è ancora d'accordo in Svizzera sulla maniera d'impiego di esse; probabilmente esse converranno — entro certi limiti — per le spedizioni delle merci da parte delle grandi case di commercio ai loro clienti, e in quei casi in cui la questione dell'imballaggio e del deterioramento della merce ha importanza preponderante.

INGHILTERRA

Lo sviluppo della rete ferroviaria inglese ammonta in totale a Km. 32.160. Le ferrovie inglesi, prima esercitate da numerosissime società, furono nel 1921 (*Railways Amalgamation Act*) riunite in quattro grandi gruppi che si divisero geograficamente

tutta la rete (*Southern Railway, London Midland and Scottish Railway, London and North Eastern Railway, Great Western Railway*).

La rete stradale inglese ha uno sviluppo totale, escluse le vie urbane, di Km. 287.570, dei quali (secondo la classifica del 1921) Km. 40.400 di strade di 1ª classe, Km. 25.230 di strade di 2ª classe, Km. 65.860 di strade locali scelte e Km. 156.080 di strade locali.

Tutte le strade sono mantenute dagli enti locali interessati (contee, comuni, ecc.); il governo contribuisce alle spese di miglioramento e di manutenzione nella misura del 50 % per le strade di 1ª classe, del 33,5 % per le strade di 2ª classe e del 25 % per le strade locali scelte.

Gli autoveicoli in circolazione in Inghilterra erano nell'anno 1929 in numero di due milioni circa, di cui 904.661 autovetture, 41.482 autobus, 296.696 autocarri e circa 800.000 motocicli.

Si può ritenere che su tutte le strade inglesi siano annualmente trasportati circa 6 miliardi di tonn.-Km. di merci e 35 miliardi di viaggiatori-Km. Sulla rete ferroviaria le tonn.-Km. di merci trasportate nell'anno 1928 furono circa 30 miliardi e i viaggiatori-Km. circa 32 miliardi.

Mentre l'entità dei trasporti ferroviari risulta circa uguale a quella dei trasporti stradali per quanto concerne i viaggiatori, per quanto riguarda invece le merci i trasporti ferroviari rappresentano circa il quintuplo di quelli su strada.

I servizi pubblici automobilistici per viaggiatori non erano sottoposti in Inghilterra a nessun obbligo di concessione e si svolgevano pertanto in regime di libera concorrenza. Ciò ha dato luogo a numerosi inconvenienti dovuti alla eccessiva concorrenza dei vari servizi sia tra di loro, sia con i mezzi di trasporto preesistenti (ferrovie e tranvie).

Gli inconvenienti sono stati così forti che gli inglesi, per quanto avversi per principio ad ogni monopolio legale, hanno dovuto ricorrere ad opportuni rimedi in alcuni casi tipici più urgenti, come quello dei trasporti pubblici urbani di Londra.

Con legge 7 agosto 1924 (*London Traffic Act*) il Ministero dei Trasporti avocò a sè il diritto di rilasciare il permesso di circolazione agli autobus in servizio pubblico nelle strade di Londra, per porre termine alla situazione assurda che si era man mano venuta formando. Fin dall'anno 1922, in aggiunta ai circa 5000 autobus di proprietà della « London Omnibus Company », cominciarono a far servizio sulle strade londinesi numerosi autobus appartenenti a piccoli proprietari, che effettuavano pubblici servizi cittadini, scegliendo naturalmente le linee di maggiore traffico e le ore di più intenso movimento. Ne risultò una situazione caotica, che mentre da un lato congestionava le strade del centro cittadino, dall'altro riduceva a mal partito i bilanci di tutte le reti tranviarie e di autobus della città.

Per quanto riguarda i servizi pubblici automobilistici estraurbani, è stata recentissimamente approvata una nuova legge (« *Road Traffic Act* ») che stabilisce col 1 gennaio 1931 la regolamentazione dei servizi pubblici automobilistici viaggiatori.

Questa legge prevede la divisione del paese in 12 zone di traffico, delimitate secondo le diverse condizioni economiche delle varie regioni. Tre commissari sono designati per ciascuna zona di traffico; di questi uno è nominato dal Ministero dei Trasporti, gli altri due dagli Enti locali interessati. Essi hanno l'incarico di accordare caso per caso le autorizzazioni a tutti i servizi pubblici automobilistici richiesti e di assicurarsi che esista nella zona rispettiva un numero sufficiente di servizi per rispondere

alle necessità del pubblico; e ciò senza inutile concorrenza sia degli autoservizi tra di loro, sia degli autoservizi con le ferrovie e tranvie.

In questa legge non è contemplata nessuna regolamentazione e nessun controllo dei trasporti di merci su strada; questi continueranno quindi a svilupparsi, come precedentemente, in regime di libera concorrenza.

Con legge del 1928 (*Railway Road Transport Act*) fu data facoltà alle società ferroviarie inglesi di organizzare servizi di trasporto su strada in collegamento con le loro linee. Quando questa legge si discuteva al Parlamento, si riteneva generalmente che essa avrebbe avuto per conseguenza di accrescere la concorrenza dei trasporti automobilistici su strada. Invece fino ad oggi le grandi società ferroviarie hanno deliberatamente ricercato una cooperazione con le imprese di trasporti su strada preesistenti. Queste si occupavano quasi esclusivamente del trasporto di viaggiatori e le società ferroviarie, in seguito ad accordi conclusi colla maggioranza di queste imprese, hanno acquistato una parte (generalmente la metà) delle loro azioni, partecipando così alla loro amministrazione.

Attualmente esistono in Inghilterra numerosi autoservizi viaggiatori, non solo a breve distanza, ma anche a lungo percorso, nei quali sono egualmente rappresentati gli interessi delle società ferroviarie e quelli delle imprese di trasporto su strada.

Una conseguenza dell'intervento delle società ferroviarie nei trasporti su strada è stata quella di accentuare la tendenza delle diverse imprese di trasporti viaggiatori su strada, a fondersi in unità di maggiore importanza. Si ritiene in Inghilterra che fra un certo numero di anni gli autoservizi viaggiatori saranno esercitati da un numero relativamente ridotto di organismi.

Invece, per quanto riguarda le merci, non è possibile prevedere neanche lontanamente ciò che avverrà, giacchè le ferrovie hanno organizzato dei servizi merci propri senza entrare in trattative con le imprese di trasporti merci su strada preesistenti. Una intesa e una cooperazione fra le ferrovie e le imprese di trasporti merci su strada è pressochè impossibile, giacchè non esistono o quasi società organizzate per il trasporto delle merci su strada per conto di terzi. Nella massima parte dei casi sono gli stessi agricoltori, industriali e commercianti che provvedono con propri autocarri direttamente al trasporto delle loro merci; in altri casi, molto meno numerosi, il trasporto delle merci per conto di terzi viene effettuato in base a speciali contratti di noleggio da singoli individui proprietari e diretti esercenti di uno o di due autocarri.

Le ferrovie inglesi hanno in questi ultimi anni sviluppato ed esteso di molto il servizio, già da esse precedentemente effettuato, di raccolta e di distribuzione delle merci destinate a circolare su ferrovia. Esse hanno organizzato inoltre servizi regolari giornalieri di autocarri per la raccolta e la consegna delle merci nelle regioni a scarsa popolazione sprovviste di ferrovie.

Le società ferroviarie hanno inoltre intenzione di effettuare il concentramento e la distribuzione di alcune merci in determinate stazioni, in modo da permettere ai commercianti di procedere alla spedizione per ferrovia di una grande quantità di merce al punto centrale stabilito, dove essa sarà conservata nei magazzini della ferrovia in attesa di essere distribuita man mano ai clienti. La ferrovia stabilisce così una specie di sottomagazzino per il commerciante, che permette a questo di assicurare il servizio di tutta la regione circostante fino ad un limite di circa Km. 50 dalla stazione ferroviaria, che ne costituisce la base. I commercianti sono così invogliati ad utilizzare la ferrovia ed a spe-

dire le loro merci in grande quantità; ciò diminuisce il costo del trasporto e permette di effettuare carichi completi con minor manutenzione e spesa di imballaggio.

STATI UNITI D'AMERICA

Lo sviluppo attuale della rete ferroviaria degli Stati Uniti è di circa Km. 400.000, cioè circa uguale a quella di tutta la rete europea, per quanto l'Europa abbia una superficie superiore di un quinto ed una popolazione circa quadrupla di quella degli Stati Uniti d'America.

Le società ferroviarie americane sono più di 2300, di cui mille circa hanno un esercizio indipendente; le società con una rete superiore a Km. 1600 sono circa 50, con chilometri 250.000 circa di linee esercitate.

La ferrovia è considerata negli Stati Uniti come una « *public utility* », un servizio cioè di pubblica utilità, controllato dallo Stato nel suo prezzo a tutela del pubblico, come ogni altro servizio simile: telefoni, telegrafi, distribuzioni d'acqua, ecc.

Il servizio pubblico esercitato dalla ferrovia esorbita d'ordinario dai confini territoriali di uno stato; ne risulta la necessità di un controllo esercitato dal Governo Federale, che lo effettua a mezzo della « *Interstate Commerce Commission* » che ha giurisdizione anche sui servizi interstatali di navigazione interna.

Le ferrovie locali (tranvie estraurbane, ferrovie secondarie, ecc.) comprese interamente nel territorio di un solo stato, ricadono invece sotto il controllo dello stato stesso, che lo esercita di solito mediante un suo organo speciale (*Public Utilities Commission*), competente in tutti i servizi di pubblica utilità.

La rete stradale estraurbana raggiunge negli Stati Uniti la lunghezza di Km. 4.800.000, di cui circa Km. 500.000 di strade statali e Km. 4.300.000 di strade locali.

La rete delle strade statali (Km. 500.000) è amministrata direttamente dai singoli stati mediante appositi uffici (*State Highway Department*). Di essa Km. 360.000 (il 73 % circa) sono costituiti di strade a pavimentazione migliorata (e cioè Km. 110.000 con pavimentazione permanente, Km. 200.000 con pavimentazione semipermanente o a macadam, e Km. 50.000 con pavimentazione semplicemente livellata e drenata).

La rete delle strade sovvenzionate dal Governo Federale è costituita dalle più importanti strade statali; esse godono di una sovvenzione da parte del Governo Federale pari al 50 % del costo delle strade stesse e sono amministrate dagli « *State Highway Departments* interessati sotto il controllo del « *Bureau of Public Roads* » del Governo Federale. Questa rete, che comprende le arterie principali dei vari stati, è lunga circa Km. 300.000, di cui Km. 84.000 con pavimentazione permanente (pavimentazioni cementizie, bituminose, in mattoni, in pietra, ecc.), Km. 150.000 con pavimentazioni semipermanenti o a macadam, ed il resto con pavimentazioni semplicemente livellate e drenate.

La rete delle strade locali (Km. 4.300.000) è amministrata dagli enti locali interessati (contee, comuni, ecc.) o direttamente, o in qualche caso dallo « *State Highway Department* » dello stato rispettivo, a cui l'ente proprietario le affida con apposite convenzioni.

La grande maggioranza delle strade locali non ha alcuna manutenzione; soltanto il 16 % (690.000 Km.) di esse è dotato di pavimentazione (55.000 Km. con pavimentazione permanente, e 635.000 Km. con pavimentazione di secondo ordine).

La sistemazione della rete stradale negli Stati Uniti ha avuto enorme sviluppo nel periodo postbellico; essa rappresenta senza dubbio la più importante delle opere pubbliche effettuate direttamente dai pubblici bilanci in quel grande Paese.

Gli autoveicoli in circolazione negli Stati Uniti di America erano — alla fine dell'anno 1929 — 26.501.443, di cui 23.935.750 autovetture, 92.500 autobus e 3.373.193 autocarri.

I veicoli a trazione animale hanno una importanza minima e rappresentano un traffico addirittura trascurabile. Anche trascurabile è il numero di biciclette e motociclette in circolazione; le prime oggi quasi completamente scomparse, le seconde quasi esclusivamente adibite ad usi di polizia.

Può calcolarsi che il traffico annuo sulle strade degli Stati Uniti d'America ammonti a circa 500 miliardi di viaggiatori-chilometro e a 25 miliardi di tonnellate-chilometro di merci. Il traffico ferroviario fu nell'anno 1929 di circa 50 miliardi di viaggiatori-Km. e di 750 miliardi di tonnellate-chilometro di merci. Pertanto, mentre il traffico su strada è circa decuplo di quello su ferrovia per quanto concerne i viaggiatori, esso è invece trenta volte minore per quanto riguarda le merci.

Da rilevazioni statistiche effettuate sulle strade principali degli Stati Uniti d'America, è risultato che la massima parte dei viaggi delle autovetture da turismo sono a percorso relativamente breve; e precisamente questi viaggi sono per la metà inferiori ai Km. 50, per il 25 % sono compresi tra 50 e 150 Km. e per il rimanente 25 % superano i 150 Km.

Lo sviluppo dei servizi pubblici automobilistici negli Stati Uniti ha acquistato in questi ultimi anni notevole importanza. Gli autobus attualmente in circolazione raggiungono, come abbiamo visto, il numero di 92.500; di essi 46.500 sono impiegati nei servizi pubblici automobilistici urbani ed estraurbani ed il rimanente nei servizi di trasporto degli alunni alle scuole, nei servizi di alberghi, ecc.

I servizi pubblici automobilistici per viaggiatori attualmente esercitati hanno una lunghezza complessiva di circa 400.000 Km., pari alla lunghezza della rete ferroviaria americana. Il numero dei viaggiatori-Km. trasportati nei pubblici autoservizi raggiunse nel 1928 il totale di circa 16 miliardi, di cui 7 miliardi sui servizi pubblici automobilistici urbani e 9 miliardi su quelli estraurbani. Il costo medio del trasporto chilometrico dei servizi pubblici automobilistici estraurbani, per autobus di medie dimensioni aventi la capacità di 15-20 posti viaggiatori, fu nell'anno 1928 di L. 2,50-3,00 per autobus-Km., mentre il costo medio dei servizi pubblici urbani, ove sono impiegati autobus di maggiori dimensioni, raggiunse circa L. 3,50 per autobus-Km.

Tali costi sono alquanto inferiori ai nostri; ciò è dovuto al minor prezzo della benzina (circa L. 0,80 al litro), dell'olio, delle gomme, ecc. Fortemente più elevato invece è il costo della mano d'opera, che però è ridotta al minimo possibile, essendo soppresso il fattorino in quasi tutti i servizi estraurbani ed anche in alcuni urbani.

La tariffa media per viaggiatore-Km. dei servizi pubblici automobilistici estraurbani è attualmente di L. 0,24 (2 cents per viaggiatore-miglio), mentre la tariffa media ferroviaria è di L. 0,43 a viaggiatore-Km. (3,6 cents per viaggiatore-miglio).

Anche negli Stati Uniti d'America i servizi pubblici automobilistici estraurbani per viaggiatori cominciarono a svilupparsi in regime di assoluta libertà e di concorrenza con i servizi pubblici di trasporto preesistenti. Fin dall'anno 1920 però, alcuni stati dell'U-

nione incominciarono a regolarne lo sviluppo e l'esercizio con norme speciali. Oggi quasi tutti gli stati (45 su 48) hanno stabilito il controllo sugli autoservizi estraurbani per viaggiatori, con modalità che variano da stato a stato, ma che si riducono nella massima parte dei casi ad ottenere per ciascuna linea automobilistica una autorizzazione di impianto e di esercizio dalla « *Public Utilities Commission* » dello stato interessato.

Dal punto di vista della legislazione, gli autoservizi estraurbani per viaggiatori negli Stati Uniti d'America possono oggi distinguersi in due tipi: servizi che si svolgono interamente nell'interno di uno stato (servizi intrastatali), e servizi che interessano due o più stati vicini (servizi interstatali). Questi ultimi non sono attualmente controllati da nessun ente pubblico, poichè la Suprema Corte di Giustizia della Federazione ha recentemente stabilito che questi autoservizi debbono essere posti al di fuori del controllo dei singoli stati.

In seguito a tale decisione si è venuta a creare una situazione confusa e contraddittoria, che ha permesso la formazione di autoservizi non più regolati da nessuna autorità. Ed infatti numerosi esercenti vennero ad aggiungersi a quelli che esercitavano prima autoservizi interstatali, determinando così una forte concorrenza a quelli preesistenti ed alle ferrovie. Tra Detroit e Chicago, per esempio, mentre la tariffa ferroviaria è di dollari 9,81, si istituirono inizialmente servizi pubblici automobilistici con tariffa di dollari 7,50 poi ridotta a 5. In seguito a una lotta di concorrenza tra le diverse ditte che esercitano questa linea, che a un certo momento raggiunsero il numero di 8, la tariffa fu portata fino a dollari 2,50.

Inoltre alcune ditte che esercitavano autoservizi intrastatali poterono, estendendo le loro linee oltre i confini dello stato vicino, eludere ogni controllo da parte dello stato interessato.

La « *Interstate Commerce Commission* » in un suo rapporto del 10 aprile 1928 riconosce la necessità che siano regolamentati anche gli autoservizi interstatali e propone di assumere essa il controllo di dette linee, d'intesa con gli stati interessati.

Fin dal 1928 fu presentato al Congresso Federale un progetto di legge (« *Parker Bill* ») che propone appunto la regolamentazione dei servizi pubblici automobilistici interstatali, sottoponendoli al controllo della « *Interstate Commerce Commission* ».

Fino ad oggi però questa legge non è stata ancora discussa dal Congresso Federale; il ritardo sembra dovuto all'opposizione delle fabbriche costruttrici di autobus, che ritengono di poter vendere una maggiore quantità di autoveicoli in règime di libera concorrenza anzichè in regime di concessione.

Nello sviluppo degli autoservizi viaggiatori americani è notevole la tendenza continua all'aumento della lunghezza del percorso dei servizi stessi; alcuni di questi superano oggi i 500 Km. Sono stati recentemente organizzati autoservizi viaggiatori che attraversano addirittura tutti gli Stati dell'Unione da New York a S. Francisco, per una lunghezza di circa Km. 5000. Essi sono effettuati a tappe di circa 500 o 600 Km. ciascuna (New York-Pittsburg, Pittsburg-Cleveland, Cleveland-Chicago, ecc.) con ricambio dell'autobus e trasbordo dei viaggiatori alla fine di ciascuna tappa, e con possibilità di pernottare e di fermarsi nelle città intermedie. La velocità media di marcia degli autobus è di circa 50 Km. all'ora; la tariffa media è — come si è detto — notevolmente inferiore a quella ferroviaria, ed in molti casi raggiunge la metà di essa.

Alcuni viaggiatori, specialmente delle classi meno abbienti, effettuano l'enorme

tragitto di circa Km. 5000 senza alcuna fermata intermedia, viaggiando giorno e notte in autobus. In tali condizioni il costo totale del viaggio risulta notevolmente inferiore a quello effettuato in ferrovia, che si compie ordinariamente con treni composti soltanto di vagoni Pullmann trasformabili in letto nelle ore notturne. Il trasporto in autobus viene quindi a risultare notevolmente più economico di quello ferroviario, costituendo quasi una terza classe per i trasporti molto lunghi. Le società ferroviarie, preoccupate di questa concorrenza, incominciano ora ad istituire vagoni ordinari (*coaches*), anche pei viaggi a lungo percorso (New York-Chicago, ecc.), con tariffe ridotte.

Da alcune ditte sono oggi messi in servizio per viaggi notturni autobus a letto (linea New York-Buffalo-Cleveland ecc.). Trattasi di autobus con motori a 6 cilindri, della potenza di 120 HP., con carrozzeria completamente metallica. I posti viaggiatori possono convertirsi in cuccette secondo il tipo dei vagoni americani Pullmann, provvedendo il posto a letto per 18 viaggiatori (12 letti, di cui 6 a due posti). L'autobus ha inoltre uno scompartimento posteriore con 4 posti a sedere. L'autobus è fornito di *toilettes* separate per uomini e per donne con acqua calda e fredda, di impianto di riscaldamento e di ventilazione forzata. L'autobus pesa, a vuoto, circa 90 quintali; le sue dimensioni d'ingombro sono: lunghezza m. 10,36, larghezza m. 2,45, altezza m. 3,15. Notevole anche è il tipo di autobus a letto della « *Pickwick Stage Company* » che, con una ingegnosissima disposizione, utilizza al massimo lo spazio della carrozzeria.

Le società ferroviarie, preoccupate di tale concorrenza sono corse ai ripari, cercando di esercitare esse stesse i servizi pubblici automobilistici paralleli in tutto o in parte alle loro linee e di assorbire gli autoservizi concorrenti esercitati da altri concessionari.

Così, per esempio, la « *Pennsylvania Railway Company* », che è la più grande società ferroviaria dell'Unione, ha acquistato la maggioranza delle azioni della « *Peoples Rapid Transit Company* » e di altre società esercenti numerose linee automobilistiche fra Philadelphia, New York, Atlantic City, Wilmington, Baltimore e Washington.

Attualmente, su una rete complessiva di circa 400.000 Km. di servizi pubblici automobilistici viaggiatori negli Stati Uniti, quelli effettuati da società ferroviarie o da ditte da esse controllate raggiungono una lunghezza di circa Km. 27.000, quelli effettuati da società esercenti tranvie elettriche estraurbane ed urbane o da ditte da esse controllate hanno una lunghezza di circa Km. 33.000, con un totale quindi di circa Km. 60.000, pari ad appena un settimo della rete complessiva. Il numero degli autobus di proprietà di società ferroviarie e tranviarie o di ditte da esse controllate è di poco più di 11.000 sul totale di 46.000 autobus adibiti ai servizi pubblici automobilistici.

Ciò dimostra come sia difficile poter ottenere un sistema logico di coordinamento tra ferrovia e automobile unicamente in base all'iniziativa delle amministrazioni ferroviarie e come invece sia più opportuno ricorrere, almeno per i trasporti pubblici viaggiatori, ad un coordinamento effettuato da una autorità superiore.

Per quanto concerne il trasporto delle merci, è anzitutto da osservare che dei 3.400.000 autocarri in servizio negli Stati Uniti, l'80 % circa è adibito dagli agricoltori, industriali o commercianti al trasporto diretto delle loro merci, mentre soltanto il 20% è impiegato nel trasporto di merci per conto di terzi. Questi ultimi possono effettuarsi o da un privato noleggiatore, che contratta di volta in volta il trasporto con uno o più speditori, o per mezzo di servizi pubblici merci esercitati con orario e itinerario fisso e con tariffe stabilite. Quest'ultimo tipo di servizio merci è pochissimo diffuso.

Per quanto concerne la capacità degli autocarri, il 90 % di essi ha una portata utile inferiore a tre tonnellate; il 75 % ha la portata utile compresa tra mezza tonnellata ed una tonnellata e mezza.

La lunghezza media di trasporto degli autocarri negli Stati Uniti eccede raramente i 150 Km.; in genere i tre quarti dei viaggi sono inferiori ai 50 Km.

Le merci trasportate preferibilmente per mezzo di autocarri sono i prodotti manifatturati di alto valore, i prodotti animali (carni, latte, ecc.), i prodotti agricoli (erbaggi, frutta, ecc.). Particolare importanza ha assunto il trasporto con autocarri del bestiame, del latte e della mobilia.

Le ferrovie americane impiegano all'incirca 6000 autocarri, utilizzati specialmente per i servizi nelle stazioni e per i trasporti sulle linee secondarie; si ritiene di solito vantaggioso sostituire l'autocarro ai treni merci su alcune linee secondarie a scarso traffico e per i trasporti a collettame.

Alcune società ferroviarie hanno tentato l'organizzazione di servizi pubblici merci facenti capo alle loro stazioni. Questo esperimento però è stato quasi dovunque abbandonato perchè gravemente oneroso alle società stesse.

Il grandissimo sviluppo dell'automobilismo negli Stati Uniti d'America ha avuto per risultato di far perdere alle ferrovie circa i due terzi dei viaggiatori locali. Durante il periodo dall'anno 1920 al 1926 il numero dei viaggiatori trasportati dalle ferrovie di prima categoria degli Stati Uniti diminuì di oltre il 30 %; l'introito viaggiatori diminuì nello stesso periodo di circa il 20 %; il numero dei viaggiatori-chilometro diminuì da 75 miliardi circa nell'anno 1920 ai 50 miliardi attuali. Se si considera che nello stesso periodo la popolazione è aumentata di circa il 15 %, si vedrà quanto forte sia la perdita cagionata al traffico viaggiatori delle ferrovie dalla concorrenza automobilistica. Attualmente, sugli introiti complessivi delle ferrovie americane, circa un sesto è dovuto all'introito viaggiatori e i cinque sesti all'introito merci.

Le ferrovie elettriche di importanza locale (che comprendono le tranvie urbane, le tranvie estraurbane e le ferrovie elettriche secondarie) raggiungevano nell'anno 1917 la lunghezza di Km. 72.000 negli Stati Uniti d'America. Questa lunghezza nell'anno 1929 era ridotta a circa 60.000 Km. Sono quindi circa 12.000 Km. di tranvie estraurbane ed urbane e di ferrovie elettriche secondarie che si sono chiuse all'esercizio nell'ultimo dodicennio. Le tranvie urbane abbandonate sono quelle che servivano città molto piccole, con popolazione di solito inferiore ai 20.000 abitanti.

Oltre alle ferrovie elettriche sopra citate, sono anche stati chiusi all'esercizio, nel periodo 1919-1929, Km. 11.000 di ferrovie a vapore. Durante lo stesso periodo furono aperti all'esercizio circa altrettanti chilometri di nuove linee. Ne risulta che la lunghezza complessiva della rete ferroviaria americana nel periodo dal 1919 al 1929 è rimasta all'incirca stazionaria, mentre fino all'anno 1913 essa andava continuamente aumentando da 5 mila a 10 mila Km. all'anno.

È però da osservare che l'abbandono dell'esercizio di queste ferrovie a vapore è dovuto, più che alla concorrenza automobilistica, all'esaurimento di impianti minerari, di tagli di boschi, ecc.

La chiusura all'esercizio di una ferrovia o tranvia estraurbana deve essere di caso in caso autorizzata dalla « *Interstate Commerce Commission* » se trattasi di ferrovie interstatali, o dalla «*Public Utilities Commission*» dello stato interessato se trattasi di ferrovia

o tranvia compresa in un solo stato. Queste commissioni sono di solito molto restìe ad autorizzare la chiusura all'esercizio di ferrovie o tranvie; tale autorizzazione, quando viene concessa, è generalmente subordinata alla clausola che, prima della chiusura all'esercizio, la ferrovia o tranvia venga messa all'incanto per un prezzo pari al valore dei materiali di ricupero. Se nessuno è disposto ad acquistare la linea a tale prezzo per continuarne l'esercizio, la ferrovia o tranvia viene abbandonata. Gli enti pubblici non accordano sussidio di esercizio a ferrovie e tranvie e, di solito, neanche sussidio di costruzione; le linee sono di proprietà perpetua delle società che le costruiscono.

Le società ferroviarie, in seguito alla fortissima concorrenza automobilistica specialmente delle vetture private, hanno ridotto e diminuiscono continuamente il numero dei treni viaggiatori locali, sostituendoli in molti casi con servizi automobilistici. Ed infatti mentre la spesa media di esercizio di un treno locale viaggiatori è negli Stati Uniti di L. 24 a Km., la spesa media per autobus-Km. risulta circa di L. 3.

Alcune società ferroviarie, come per esempio la «*New York, New Haven & Hartford Railroad*», hanno abolito in tutto o in parte il servizio viaggiatori sulle linee locali, sostituendolo con servizi pubblici automobilistici esercitati da società sussidiarie della ferrovia; sulle linee ferroviarie vengono effettuati soltanto i trasporti di merci a vagone completo. L'esercizio di queste linee, ridotte così a binari industriali, riesce enormemente più economico, giacchè invece delle tre o quattro coppie di treni giornalieri vengono effettuate soltanto una o due coppie di treni merci settimanali il cui provento copre all'incirca le spese dell'esercizio.

La «*New York, New Haven & Hartford*» ha soppresso completamente il servizio viaggiatori su 370 Km. di linee; ha sostituito inoltre con servizi automobilistici molti treni viaggiatori su altre linee della sua rete (che ha una lunghezza totale di oltre 6000 Km.), sopprimendo complessivamente circa due milioni di treni-km. viaggiatori all'anno.

CONCLUSIONI GENERALI DEL CONGRESSO

Le conclusioni generali approvate dal Congresso di Washington, sono le seguenti:

1) I trasporti su strada si sono definitivamente affermati nell'ultimo decennio tra i sistemi generali di trasporto in tutti i paesi importanti e progrediti del mondo. Il pubblico e gli organi governativi di molti paesi hanno incominciato a studiare la possibilità del coordinamento tra il trasporto di persone e di merci su strada ordinaria e quello per ferrovia, per acqua e per aria. Il coordinamento dei diversi sistemi di trasporto per terra, per acqua e per aria dovrebbe essere effettuato in tal guisa che ogni trasporto risulti eseguito per quanto possibile nel modo più economico e meglio aderente alle sue particolari necessità. In questa materia le autorità pubbliche dovrebbero adottare norme legali e fiscali tali da non disturbare le naturali condizioni economiche di ciascun sistema di trasporto.

2) Il coordinamento tra i trasporti ferroviari e quelli stradali costituisce il problema oggi più urgente.

3) Lo sviluppo dei trasporti su strada mediante veicoli a motore non è stato di uguale intensità in tutti i paesi. Quanto maggiore è stato lo sviluppo che i trasporti automobilistici hanno avuto in un paese, tanto più assillante è ivi divenuto il problema del coordinamento dei trasporti per strada e per ferrovia, nella ricerca di una soluzione ba-

sata sopra principî economici e scientifici, per modo che il pubblico, nel suo complesso, possa trarre i massimi benefici da tutti i diversi mezzi di trasporto.

4) I trasporti su strada e su ferrovia sono in parte complementari ed in parte indipendenti fra loro. Ciascuno deve essere giudicato secondo i propri meriti. Le considerazioni che governano l'uno, non sono le stesse che governano l'altro. Nessuno dei due può essere collocato in posizione subordinata rispetto all'altro.

5) Nel considerare il problema del coordinamento tra ferrovia ed automobile, deve riconoscersi che i servizi pubblici di trasporto, sia per passeggeri che per merci, costituiscono una parte molto piccola del traffico totale su strada. In genere le automobili private rappresentano la parte più importante del traffico stradale e sono esse che costituiscono la concorrenza più seria alle ferrovie nel trasporto dei viaggiatori. Dove si verifichino tali condizioni, le autorità pubbliche dovrebbero permettere alle ferrovie di adattare i loro orari in modo da ridurre, per quanto è possibile, il numero dei treni-km. viaggiatori. Le ferrovie trovano vantaggioso di sostituire ai treni viaggiatori non redditizi, servizi pubblici di autobus esercitati direttamente da esse o da altri.

6) L'esercizio di tutti i servizi pubblici automobilistici per viaggiatori, qualunque ne sia l'esercente, deve essere sottoposto ad un adeguato controllo da parte di un'autorità responsabile che comprenda un vasto territorio, in modo da assicurare la regolarità, l'efficienza e la corrispondenza ai bisogni del servizio, nonchè la sicurezza del pubblico in generale, e da evitare eccessive concorrenze e tariffe antieconomiche.

7) In alcune circostanze si è riconosciuto che la piccola parte di traffico che i servizi pubblici automobilisti viaggiatori possono assorbire dalle ferrovie, è largamente compensata dal traffico di alimentazione che essi apportano alle grandi linee ferroviarie. Ciò si verifica specialmente nei paesi montuosi, dove la costruzione di ferrovie risulta estremamente costosa. In queste regioni l'automobile, sostituendosi ai vecchi e lenti mezzi di trasporto su strada, ha introdotto una vera rivoluzione nel traffico ed ha fatto sì che tali regioni possano meglio svilupparsi nell'industria e nel commercio.

8) Qualora si considerino le varie proposte per un più stretto coordinamento tra ferrovia ed automobile, può dirsi che vengono di solito adottati uno o più dei tre sistemi seguenti:

a) Cooperazione volontaria tra le aziende ferroviarie da un lato e gli esercenti dei servizi pubblici automobilistici per viaggiatori e per merci dall'altro;

b) Creazione di servizi automobilistici da parte delle aziende ferroviarie, o controllo finanziario ed amministrativo (ovvero partecipazione in esso) da parte delle ferrovie sulle imprese dei trasporti su strada;

c) Coordinamento *quasi legale*, con obbligo alle diverse imprese di trasporto di mettersi d'accordo per creare un sistema di funzionamento cooperativo, e, in mancanza d'accordo, intervento dell'autorità governativa per stabilire una coordinazione obbligatoria.

9) L'esercizio delle autovetture, degli autobus e degli autocarri produce un nuovo traffico, di cui una parte non potrebbe essere servito dalle ferrovie. L'autocarro riesce di grandissima utilità nella effettuazione dei trasporti a collettame e con l'adozione delle casse mobili; esso inoltre aiuta a risolvere il problema dei trasporti tra le diverse stazioni ferroviarie nelle grandi città. Il traffico di viaggiatori creato dall'automobile è in parte a breve distanza ed in parte a lunga distanza di trasporto, il trasporto di merci con auto-

carri invece è generalmente a breve distanza. Deve osservarsi che gli autocarri, che fanno servizio sopra buone strade, funzionano come un mezzo di trasporto delle merci che giova ad aumentare la produttività dei territorî agricoli e solleva le ferrovie da trasporti a breve distanza, dai quali esse non potrebbero ricavare che poco o punto profitto.

10) L'esercizio di servizi pubblici automobilistici per il trasporto di merci non si è dimostrato nel suo complesso redditizio, a causa della concorrenza effettuata dagli autocarri privati o da noleggio. I servizi pubblici per trasporto di merci su strada interessano una parte così piccola del traffico merci totale, che non sembrano, in linea generale, sufficientemente meritevoli di attenzione per le aziende ferroviarie.

11) Le statistiche del traffico, comprendenti lo studio dei punti di origine e di destinazione del traffico stesso, sono di particolare utilità per mettere in evidenza le vere caratteristiche delle diverse qualità dei trasporti automobilistici ed i rapporti tra questi ed altri mezzi di trasporto, sia come alimentatori sia come supplementari.

12) Le imprese di trasporto su strada dovrebbero finanziariamente bastare a se stesse. I sussidi da parte dello Stato o di Enti locali dovrebbero limitarsi ai casi in cui si tratti di aprire al traffico paesi o regioni sprovvisti di mezzi di trasporto. In tutti gli altri casi i trasporti automobilistici dovrebbero essere in condizioni di sostenere le proprie spese di esercizio e le tasse, in quanto queste possono considerarsi eque per tutti gli autoveicoli. Ciò ha valore particolarmente per quanto riguarda il contributo per la manutenzione delle strade, contributo effettuato col pagamento delle tasse di circolazione degli autoveicoli, nonchè delle tasse o diritti di dogana sulla benzina.

13) Le tasse per il miglioramento delle strade dovrebbero essere prelevate non soltanto sopra gli autoveicoli ma anche sopra tutti quelli che risentono beneficio dalla rete stradale; esse non dovrebbero mai raggiungere limiti tali da riuscire proibitive per l'uso delle strade.

14) La cooperazione tra ferrovia ed automobile, che è già stata raggiunta fino a un certo punto, è una delle più grandi esigenze dell'epoca presente. Nel cercarne la soluzione occorre non dimenticare le necessità dell'aviazione, che deve essere provvista di aerodromi e delle relative strade di accesso.

15) È desiderabile per il vantaggio del pubblico che siano stabiliti orari generali e regionali dei servizi pubblici automobilistici e che siano stabilite, altresì, delle date fisse (con un minimo di eccezioni) per i cambiamenti di orario dei servizi pubblici automobilistici.

16) Il Congresso, considerando che la questione relativa al coordinamento dei vari mezzi di trasporto è già stata presa in considerazione al Congresso Internazionale delle Ferrovie tenutosi in Madrid il 5 maggio 1930, sotto il titolo « Concorrenza fra trasporti automobilistici e le ferrovie », non essendo in grado di procedere allo studio completo che sarebbe richiesto per l'esame delle conclusioni del Congresso di Madrid, fa voti affinchè d'ora innanzi il problema di stabilire un coordinamento tra i vari mezzi di trasporto su strada, su ferrovia, per acqua e per aria, sia presa in esame dai vari Congressi Internazionali chiamati ad occuparsi della materia, e che siano redatti rapporti da commissioni miste di rappresentanti accreditati di questi vari mezzi di trasporto ».

CONSIDERAZIONI

A conclusione di quanto sopra si è detto, cercheremo di riassumere brevemente alcune considerazioni fondamentali, applicandole alla situazione del nostro Paese.

L'automobilismo, il cui grande sviluppo costituisce la caratteristica più importante dell'evoluzione dei trasporti terrestri del nostro secolo, se da un lato ha dato luogo alla creazione di un traffico nuovo, dall'altro ha invaso in larga misura il campo dei mezzi di trasporto preesistenti, specialmente delle ferrovie, ed effettua a queste una concorrenza di giorno in giorno maggiore.

È ovvia la necessità di coordinare, per quanto possibile, i trasporti ferroviari coi trasporti stradali. Infatti essendo in Italia ferrovie e strade entrambe di proprietà della Nazione, un'inutile concorrenza tra di esse provoca minori introiti ferroviarî da un lato, maggiori spese per manutenzione stradale dall'altro, che gravano tutte sugli stessi contribuenti. Ne consegue quindi l'opportunità di eliminare inutili duplicati, cercare di salvaguardare l'ingente capitale pubblico speso per le ferrovie, mantenere il costo di costruzione e di manutenzione stradale entro limiti convenienti per ottenere un insieme di trasporti che risulti, per quanto possibile, efficiente e coordinato su basi economiche.

Senonchè è più facile porre il problema del coordinamento tra ferrovia e automobile e riconoscerne la necessità, che non risolverlo.

Le difficoltà gravissime che vi si oppongono sono le seguenti.

Le ferrovie sono essenzialmente un'impresa di trasporti per conto di terzi; l'automobile invece è in massima parte un vettore di se stesso, esso provvede cioè principalmente al trasporto delle persone o delle merci dei suoi proprietari.

Gli autoveicoli che effettuano trasporti per conto di terzi costituiscono una piccola minoranza. Può ritenersi che oggi in Italia i viaggiatori-chilometro trasportati sui servizi pubblici automobilistici, sui *taxi* e sulle autovetture da noleggio rappresentino il 15 % dei trasporti automobilistici viaggiatori totali, mentre le tonnellate-chilometro di merci trasportate con autocarri da noleggio costituiscono forse il 20 o il 25 % degli autotrasporti merci complessivi.

Per i trasporti privati di viaggiatori o di merci sulle strade pubbliche, non è possibile immaginare alcuna azione legale coercitiva che non venga nel frattempo a disturbare in modo intollerabile tutto il traffico stradale.

Un'azione regolamentare di coordinamento può invece effettuarsi sui trasporti automobilistici effettuati per conto di terzi, cioè sui servizi automobilistici sia viaggiatori che merci, posti a disposizione del pubblico.

Per quanto riguarda i servizi pubblici automobilistici per viaggiatori si è visto che tutte le nazioni del mondo riconoscono ora la necessità di un controllo da parte di un'autorità superiore che regoli opportunamente la formazione e l'esercizio di questi autoservizi. Tale controllo esiste già in Italia fin dall'anno 1909 e non ha mai dato luogo ad inconvenienti; esso è servito anzi ad evitare il verificarsi degli inconvenienti riscontratisi all'estero in seguito all'eccessiva concorrenza degli autoservizi, sia tra di loro, sia con i mezzi pubblici di trasporto preesistenti.

I servizi pubblici automobilistici per trasporto di merci invece non si sono dimostrati vitali che in casi eccezionali e di scarsa importanza. I servizi di trasporto merci per conto di terzi si effettuano nella loro quasi totalità a mezzo di autocarri da noleggio di non fa-

cile regolamentazione. Ciò non toglie che anche per essi non possa oggi essere tentata in Italia una opportuna regolamentazione.

In ogni modo i trasporti automobilistici per conto di terzi, siano essi di viaggiatori che di merci, rappresentano una percentuale molto piccola dei trasporti automobilistici totali, e la loro regolamentazione ha poca importanza rispetto al coordinamento effettivo tra ferrovia ed automobile.

I due mezzi di trasporto possono svilupparsi in due forme distinte: la prima è quella per cui i due mezzi si completano nel senso che i trasporti dell'uno costituiscono il prolungamento dei trasporti dell'altro; la seconda è quella nella quale i due trasporti avvengono parallelamente.

La prima forma non può essere che incoraggiata e ben vista da tutti, giacchè essa costituisce un servizio di alimentazione per le ferrovie e un contributo utilissimo allo sviluppo agricolo industriale e commerciale delle regioni più povere. Essa però, per la natura stessa delle cose, non può che rappresentare una quantità molto ridotta rispetto alla seconda forma concernente lo sviluppo dei servizi automobilistici e ferroviari lungo vie parallele.

La questione di giudicare se la collaborazione tra ferrovia ed automobile lungo percorsi paralleli sia conveniente ed augurabile è oggi molto controversa. In questo campo vi sono ancora delle possibilità che non possono oggi essere prevedute.

La collaborazione tra ferrovia e automobile su itinerari paralleli si riduce in fondo ad esaminare se sia conveniente per le ferrovie, l'abbandono di una certa parte del loro traffico. Sorge allora naturale la domanda se i vantaggi risultanti dai trasporti su strada siano così grandi per la collettività da giustificare l'accrescimento delle spese stradali ed i minori introiti ferroviari che ne derivano.

L'esame sereno dello stato attuale delle cose ci obbliga a riconoscere che la completa collaborazione dei trasporti automobilistici e ferroviari è, oggigiorno, ancora irrealizzabile, e deve essere considerata come prematura.

In primo luogo, infatti, le possibilità di concorrenza dei due mezzi di trasporto devono essere ancora completamente studiate, sopratutto dal punto di vista della spesa, e ciò non può farsi che continuando provvisoriamente l'attuale stato di concorrenza. L'esperienza deve dimostrare fino a che limite ed in quali condizioni e — per ciò che concerne le merci — per quali qualità di merci, il trasporto totale su strada sia più vantaggioso che non il trasporto misto su strada e su ferrovia. Occorre un tempo abbastanza lungo alle amministrazioni ferroviarie, specialmente alle maggiori, per stabilire chiaramente in quale misura e fino a che limite esse possono, dal punto di vista delle tariffe, continuare la lotta contro l'automobile, oppure in quali casi ed in quale misura sia conveniente riconoscere la superiorità del trasporto su strada. Questa situazione, che domina i trasporti terrestri della nostra epoca, discende direttamente dalla ferrea logica delle leggi economiche, indipendenti dalla volontà dell'uomo.

In secondo luogo le condizioni di sviluppo dei due mezzi di trasporto non sono oggi le stesse.

Le ferrovie hanno già più di cento anni di vita; esse hanno raggiunto, dal punto di vista tecnico, un altissimo grado di perfezione. Per quanto la trazione elettrica possa migliorare considerevolmente le condizioni di esercizio delle linee di montagna e l'introduzione delle automotrici a scoppio possa rendere più economico l'esercizio delle linee se-

condarie, per quanto sia oggi in corso in Italia un'accurata razionalizzazione dell'esercizio ferroviario sia presso l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato che presso le aziende minori, non sembrano per ora da prevedersi delle innovazioni tali che spostino sensibilmente le condizioni tecniche ed economiche dei trasporti ferroviari. Gli enormi capitali investiti nelle ferrovie obbligano, in tutti gli stati, le aziende ferroviarie ad amministrare i loro bilanci con la massima prudenza; le costruzioni tecniche, specialmente gli impianti fissi, le installazioni di stazione ecc., sono effettuati per periodi molto lunghi; i capitali in essi investiti esigono una durata di ammortamento di parecchie diecine di anni.

L'automobile invece ha raggiunto in appena 30 anni, l'attuale grado di perfezione tecnica. Mentre da un lato — a differenza delle ferrovie — l'automobile non ha esso stesso investito direttamente i capitali necessari alla costruzione delle strade (capitali che esigono un lungo periodo di ammortamento), dall'altro le spese d'acquisto degli autoveicoli e degli impianti fissi (garages, officine ecc.) sono molto minori che nelle ferrovie. Gli autoveicoli possono essere ammortizzati in pochi anni e rinnovati in un tempo molto breve. I trasporti su strada possono quindi seguire rapidamente l'incessante sviluppo tecnico dell'industria automobilistica; gli esercenti possono in breve termine e senza grosse perdite, sostituire al materiale antiquato il materiale nuovo corrispondente agli ultimi perfezionamenti della tecnica. A questo riguardo è oggi da tener presente l'introduzione dei motori Diesel sugli autoveicoli pesanti (autobus ed autocarri), l'adozione su di essi dei freni ad aria compressa, l'accrescimento del carico utile degli autocarri mediante la diminuzione del loro peso a vuoto, la costante diminuzione del consumo di carburante negli ultimi tipi di motori, e in genere, il diminuire delle spese di esercizio dovuto al perfezionamento della produzione e quindi alla diminuzione dei prezzi della benzina, dei pneumatici e degli autoveicoli stessi. Questa capacità di rapido sviluppo e questa continua diminuzione del loro costo, costituiscono un potentissimo vantaggio pei trasporti automobilistici su strada.

Le grandi linee ferroviarie, con il loro organismo meno elastico, non possono conservare alla lunga la loro situazione di fronte alla fluidità ed al perfezionamento del traffico stradale, se non compiono tutti gli sforzi possibili per aumentare il tonnellaggio dei loro trasporti in massa e dei trasporti a grande distanza (che sono per esse i più rimuneratori), mediante l'offerta ai loro clienti delle condizioni più vantaggiose possibili, mediante la semplificazione del loro sistema tariffario oggi forse troppo complesso e mediante la massima riduzione possibile del loro costo di esercizio. Le ferrovie devono quindi, nel loro stesso interesse, abbandonare quel traffico il cui prodotto non è in rapporto con le spese che esso cagiona, cioè *i trasporti in piccole quantità ed a brevi distanze.*

Per le ferrovie secondarie questa politica apporterà delle conseguenze molto più gravi che non per le ferrovie principali.

In tutti i rapporti presentati al Congresso di Washington, la situazione delle ferrovie secondarie è descritta come molto grave, ed ancora più difficile se ne prevede l'avvenire. Le ferrovie di interesse locale e le tranvie estraurbane servono un traffico molto simile a quello delle strade ordinarie e quindi sono le più direttamente minacciate dalla sempre maggiore concorrenza automobilistica.

Abbiam visto come negli Stati Uniti d'America siano state chiuse all'esercizio nell'ultimo decennio, oltre 12 mila km. di ferrovie locali e tranvie; per molte altre è già stata

richiesta dagli esercenti l'autorizzazione alla chiusura dell'esercizio, nè ne vengono più costruite di nuove.

In Italia, dei 5100 km. di ferrovie secondarie esercitati dall'industria privata, più di 3000 km. hanno introito inferiore a 50 mila lire a km.; dei 4150 km. di tranvie estraurbane, oltre km. 2500 hanno introito inferiore a 50.000 lire a km. Sono quindi in totale circa 6000 km. di ferrovie secondarie e di tranvie estraurbane a scarso traffico le cui condizioni di esercizio, oggi già difficili, vanno diventando di mano in mano sempre peggiori di fronte alla crescente concorrenza automobilistica che assorbe una parte sempre maggiore del già scarso traffico attuale.

Per alcune di queste ferrovie, che hanno un considerevole trasporto di merci a vagone completo (come le ferrovie a scartamento ridotto della Sicilia e della Sardegna che servono regioni minerarie), potrebbe adottarsi una soluzione analoga a quella già effettuata da alcune ferrovie americane, potrebbe cioè abolirsi sulle linee stesse in tutto o in parte il servizio viaggiatori sostituendolo con servizi pubblici automobilistici, e mantenere in esercizio le ferrovie per i trasporti di merci a carro completo. Altre linee a scarsissimo traffico sia viaggiatori che merci (come alcune tranvie a vapore dell'Italia settentrionale) dovranno invece essere totalmente abbandonate e sostituite con trasporti automobilistici.

Ben diversa è la condizione delle ferrovie principali ed anche di quelle di interesse locale ma a traffico intenso (di solito ferrovie suburbane che servono le regioni circostanti alle grandi città, come le Nord-Milano, la Roma-Ostia, la Circumvesuviana ecc.). Queste ferrovie hanno un traffico viaggiatori notevolissimo che va sempre più aumentando collo sviluppo del centro cittadino a cui esse fanno capo, e che non risente grandemente della concorrenza automobilistica a causa della bassissima tariffa applicata (dieci, sette ed anche cinque centesimi a viaggiatore-chilometro di fronte ai 30 o 20 centesimi del trasporto automobilistico).

Anche negli Stati Uniti d'America questo tipo di ferrovie suburbane, di solito a trazione elettrica ed a forte composizione di treni, resiste alla concorrenza dell'automobile ed anzi si sviluppa tuttora (ferrovie elettriche della « *New York Central* » e della « *New York, New Haven & Hartford* » in vicinanza di New York, ferrovie elettriche della «*Pennsylvania*» in vicinanza di Philadelphia ecc.).

Anche nei servizi pubblici urbani la massima parte dei viaggiatori è trasportata su rotaie; è interessante, al riguardo, la seguente statistica per l'anno 1928 della percentuale degli introiti viaggiatori nei diversi tipi dei pubblici trasporti urbani delle principali città americane:

	Tranvie urbane	Ferrov. sotterranee o sopraelevate	Autobus urbani
New York	33 %	64 %	3 %
Chicago	77 %	18 %	5 %
Philadelphia	82 %	13 %	5 %
Boston	61 %	29 %	10 %

Viceversa in molti piccoli centri le tranvie urbane sono state sostituite dagli autobus.

Per quanto poi riguarda le ferrovie principali, esse più che risentire danno dallo sviluppo dell'automobilismo, ne risultano forse avvantaggiate, giacchè l'automobile ha contribuito — come si è detto — a creare un nuovo traffico che va sempre acquistando proporzioni maggiori, traffico che si risolve in nuovo apporto di viaggiatori e specialmente di merci (materie prime per la costruzione degli autoveicoli e delle strade, carburanti, olio, gomme ecc.) alla rete ferroviaria principale.

È appena da ricordare che le grandi ferrovie hanno una capacità ed un costo di trasporto incomparabilmente più vantaggioso che non quello degli autoveicoli. Per le merci, col diminuire del collettame e dei trasporti a grande velocità per effetto della concorrenza automobilistica, acquista sempre maggiore importanza la piccola velocità, che già oggi costituisce per le nostre Ferrovie di Stato, circa il 90 % dell'introito merci complessivo. Il trasporto delle merci a vagone completo diventa quindi sempre più importante, sia come fonte di introito che di utile, costituendo il fondamento dell'economia ferroviaria.

Negli Stati Uniti d'America, mentre in questo ultimo decennio gli introiti viaggiatori sono diminuiti del 20 %, gli introiti merci (nella loro quasi totalità a vagone completo) sono aumentati dell' 11 %; nel complesso gli introiti totali delle ferrovie sono cresciuti del 5 %.

Per quanto riguarda i viaggiatori, anche i trasporti a grande distanza sono destinati a rimanere alle ferrovie. Gli esperimenti effettuati negli Stati Uniti di servizi pubblici automobilistici a 500 e più km. di distanza, hanno dimostrato che il pubblico in genere preferisce la ferrovia, quando la distanza di trasporto supera i 200 km. Il mantenersi di servizi automobilistici viaggiatori oltre tale distanza rappresenta negli Stati Uniti un fatto dipendente dalle particolari condizioni dei trasporti ferroviari di quel paese (tariffa ferroviaria elevata e assenza di terza classe), che non ha riscontro nel nostro.

I trasporti ferroviari costituiscono ora e costituiranno per il futuro, per quanto è oggi possibile di prevedere, la spina dorsale dei trasporti terrestri della Nazione. Le ferrovie, sotto la pressione della concorrenza automobilistica, dovranno ridursi sempre più, secondo la loro natura e la loro economia, al trasporto, sia per le merci che per i viaggiatori, di grandi masse, a grandi distanze.

I trasporti di piccole quantità, a breve distanza, saranno invece man mano assorbiti dall'automobilismo.

Questa soluzione del problema più importante dei nostri tempi in materia di mezzi di trasporto, avrà delle conseguenze vantaggiose per la collettività se si riuscirà ad evitare, per quanto possibile, i trasporti in concorrenza. Ciò potrà soltanto ottenersi mediante la messa a punto, per così dire, dei trasporti per ferrovia e dei trasporti su strada, per modo che ciascuno di essi circoscriva la sua sfera d'azione al suo vero campo economico, senza invadere quello dell'altro.

Anche nei mezzi di trasporto terrestri, il progresso della civiltà, pur se debba contrastare con interessi privati e perfino con una parte degli interessi collettivi, terminato il periodo di transizione nel quale oggi ci troviamo, non potrà che arrecare grandi vantaggi a tutta l'umanità.

Le conclusioni del Congresso ferroviario di Madrid

Riassunto. — Si continua la pubblicazione completa delle conclusioni votate dal Congresso ferroviario internazionale di Madrid, riportando quelle relative alla seconda sezione: *Trazione e Materiale.*

Sezione seconda – Trazione e Materiale

Questione V

LOCOMOTIVE DI TIPI NUOVI; IN PARTICOLARE, LOCOMOTIVE A TURBINE E LOCOMOTIVE CON MOTORI A COMBUSTIBILE LIQUIDO.

Costruzione, rendimento, utilizzazione, manutenzione.

Il Congresso raccomanda alle Compagnie ed Amministrazioni rappresentate:

1. di incoraggiare gli sforzi tendenti alla creazione di nuovi tipi di locomotive ed al perfezionamento delle locomotive a vapore a stantuffo, facilitando in particolare, sotto tutti i punti di vista, le iniziative delle case costruttrici;

2. più particolarmente, di incoraggiare lo sviluppo dell'utilizzazione delle altissime pressioni e l'uso delle locomotive a combustione interna;

3. di proseguire metodicamente le prove di locomotive di tipi nuovi di diverse costruzioni e di pubblicare in maniera sistematica e senza ritardi i risultati di queste prove;

4. di raggrupparsi allo scopo di creare stazioni comuni di prova, che con la collaborazione internazionale faciliterebbero i progressi della tecnica delle locomotive.

Questione VI

PERFEZIONAMENTI DELLE LOCOMOTIVE A VAPORE A STANTUFFO.

Elevazione del timbro e del grado di surriscaldamento. Migliori disposizioni da assegnare ai surriscaldatori ed agli organi il cui funzionamento è connesso all'applicazione del surriscaldamento. Preriscaldamento dell'acqua e dell'aria. Migliorie alla distribuzione.

Le conclusioni relative alla questione V s'applicano egualmente alla questione VI, ma sono completate dalle conclusioni seguenti per quanto riguarda le locomotive a vapore a stantuffo.

Tra i perfezionamenti recenti apportati alle locomotive a vapore a stantuffo di costruzione normale, conviene tenere specialmente in evidenza:

a) l'elevazione del grado di surriscaldamento;

b) il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione.

---

(1) Vedi questa rivista, dicembre 1930, per le conclusioni della sezione prima ed anche per la nota a piè della pag. 318. Nel frattempo sono state pubblicate integralmente anche le discussioni della sezione II, nel numero di gennaio 1931 del *Bulletin de l'Association Internationale du Congres des Chemins de fer.*

Tenendo conto delle numerose prove condotte da un gran numero di amministrazioni ferroviarie, e della loro esperienza di molti anni, il Congresso stima che sia sufficientemente dimostrato:

a) che la temperatura di surriscaldamento può essere portata in servizio normale a 400° (mediante l'utilizzazione di adatti dispositivi per la lubrificazione e per la distribuzione del vapore);

b) che esistono attualmente apparecchi preriscaldatori dell'acqua di alimentazione che riescono soddisfacenti.

Il Congresso raccomanda l'adozione di questi due perfezionamenti, date le importanti economie che essi permettono di realizzare.

Questione VII

Locomotive elettriche per la grande trazione.

a) per viaggiatori; b) per merci; c) di montagna. Trazione con unità multiple.

1. Anzitutto il Congresso constata che la locomotiva elettrica non presenta quella costanza di forma che la locomotiva a vapore mostrava sin dai primi anni della sua adozione e che ancora conserva.

2. Le diverse soluzioni adottate per la trasmissione del movimento dai motori alle ruote e per la disposizione degli assi son riuscite quasi tutte soddisfacenti.

Il Congresso raccomanda tuttavia alle amministrazioni di voler intraprendere prove metodiche allo scopo di determinare se, a velocità elevate, le locomotive a motore sospeso esercitano più delle altre un'azione nociva sul binario.

Per quanto riguarda le locomotive senza bielle, con motori completamente sospesi al telaio, il Congresso riconosce che, a parità di altre condizioni, si può adottare un peso d'asse superiore a quello ammesso per le macchine aventi masse con moto alterno non completamente equilibrate, come avviene nella maggior parte delle locomotive a vapore a cilindri.

3. Dal punto di vista elettrico, il Congresso constata che, grazie ai perfezionamenti di questi ultimi anni ed alle cautele adottate per garantire il personale dagli accidenti, le locomotive dei diversi tipi risultano in genere soddisfacenti, sia per il funzionamento, sia per la sicurezza del personale.

I motori di trazione, in particolare, si dimostrano soddisfacenti nei riguardi del riscaldamento, della potenza specifica e della commutazione.

Tuttavia il Congresso richiama l'attenzione dei costruttori su alcuni particolari, quali l'isolamento delle diverse parti dei motori nell'intento di ridurre le avarie che talvolta si verificano.

In conseguenza il Congresso fa voti affinchè sia tenuto conto di tali desiderata nello stabilire le nuove prescrizioni tecniche che sono attualmente allo studio presso diverse Associazioni internazionali.

4. Il Congresso rileva inoltre che, nei riguardi dei percorsi e della regolarità del servizio, le locomotive elettriche recentemente costruite danno risultati soddisfacenti.

Domanda alle Compagnie ed alle Amministrazioni di voler pubblicare in modo regolare i risultati di esercizio delle loro linee elettrificate, in modo da facilitare alle altre aziende lo studio delle nuove applicazioni della trazione elettrica.

QUESTIONE VIII

CARROZZE INTERAMENTE METALLICHE. CONFRONTO CON LE CARROZZE IN LEGNO.

1. Nei paesi in cui le condizioni d'esercizio hanno permesso d'adottare la costruzione metallica, l'esperienza ha mostrato che le condizioni di sicurezza giustificavano sufficientemente questa adozione per il materiale nuovo.

2. Per evitare tare eccessive, è desiderabile d'interessare la cassa alla resistenza dell'insieme. Le carrozze costruite in base a questo principio hanno una tara poco diversa da quella delle carrozze con cassa in legno di eguale *confort*.

3. In una tale costruzione si può combinare l'uso di ferri profilati, delle lamiere piane ed imbottite, dell'acciaio colato e della ghisa malleabile.

In ogni modo la costruzione metallica si presta all'unificazione degli elementi fabbricati in grande serie.

Per diminuire la tara delle carrozze metalliche, molte Amministrazioni hanno fatto un uso più o meno importante di acciai ad alta resistenza, di metalli e leghe leggeri. Il congresso raccomanda di proseguire lo studio dell'utilizzazione di questi metalli.

4. Le unioni possono esser fatte mediante chiodatura, saldatura ossiacetilenica, saldatura elettrica all'arco o per punti od anche mediante combinazioni di questi processi.

5. La sistemazione interna può esser analoga a quella delle carrozze in legno; può invece assumere un aspetto nuovo, se si lascia la lamiera scoperta eseguendovi la decorazione in modo opportuno.

Nella maggior parte dei casi, le carrozze metalliche possono essere sistemate in modo da assicurare al pubblico un *confort* almeno eguale a quello delle carrozze con cassa di legno.

6. I processi costruttivi sono ancora troppo vari e l'entrata in servizio delle carrozze su molte reti è troppo recente perchè si possano adottare conclusioni precise circa il prezzo di costo della costruzione e gli oneri di manutenzione.

Tuttavia i risultati raggiunti in questo ordine di idee sono incoraggianti.

7. Numerose ricerche restano da fare così nella scelta dei processi costruttivi e dei materiali come nei particolari della sistemazione interna quali: isolamento termico delle pareti, decorazione dei soffitti, rivestimenti interni, vetri, dipintura, protezione delle lamiere contro la ruggine, ecc.

INFORMAZIONI

Nuove unificazioni estere per materiale ferroviario disponibili presso la Segreteria dell'U. N. I.

Germania (*Deutscher Normenausschuss*).

(Nuova ediz. modif.) – Fasce elastiche per stantuffi da locomotive.

(Nuova ediz. modif.) – Perni per il meccanismo di distribuzione da locomotiva.

Finestrini fissi, scorrevoli, girevoli ed a cerniera da locomotive: insieme e dettagli.

Aggiunte in lunghezza per il taglio del legno adoperato nella costruzione di vetture e vagoni ferroviari.

Supporti con cuscinetti a rulli, per sala di vettura tranviaria: insieme e dettagli costruttivi.

Tubo del regolatore per locomotiva.

(Nuova ediz. modif.) – Fanale a gas per locomotiva.

(Nuove ediz. modif.) – Sedile girevole da locomotiva per il personale di macchina.

Dispositivo di travaso d'acqua al tender: assieme, dettagli della marmitta d'efflusso e valvole relative, dei comandi, ecc.

Laminato piatto di acciaio, per costruzione di vagoni ferroviari.

(Nuova ediz. modif.) – Viti da legno, a testa esagona, per costruzione di vagoni ferroviari.

Inghilterra (*British Engineering Standards Association*).

(Nuova ediz. modif.) – Materiale rotabile ferroviario: prescrizioni per pezzi d'acciaio forgiato, laminato e fuso.

I risultati finanziari della nostra Amministrazione ferroviaria nell'esercizio 1929-1930.

I risultati finanziari nell'esercizio 1929-30 delle Ferrovie dello Stato, confrontati con quelli dell'esercizio precedente, si possono riassumere in poche cifre:

		1929-30	1928-29	Differenza
Prodotti del traffico	milioni di lire	4,646	4.671	— 25
Introiti diversi	»	179	153	+ 26
	TOTALI . .	4,825	4.824	+ 1
Spese d'esercizio ordinarie e complementari	milioni di lire	4,281	4.207	+ 74
Residuo d'esercizio		544	617	— 73
Coefficiente d'esercizio		88.78%	87.20%	
Spese accessorie	milioni di lire	466	422	+ 44
Entrate eventuali	»	14	12	+ 2
Avanzo della gestione	»	92	207	— 115

Come si vede, i prodotti del traffico subirono una diminuzione di 25 milioni (0,5 %) abbondantemente compensata dall'aumento di 26 milioni verificatosi negli introiti diversi e di 2 milioni nelle entrate eventuali. Perciò gli introiti totali del 1929-30 risultarono superiori di 3 milioni a quelli dell'anno precedente.

Di fronte a questo aumento di introiti, si verificò, come era stato già previsto fino dallo scorso anno, un aumento molto più forte nelle spese d'esercizio ordinarie e complementari (74 milioni = 1,7 %) e nelle spese accessorie (44 milioni = 10,3 %) e ciò determinò un abbassamento di 73 milioni nel residuo d'esercizio e di 115 milioni nell'avanzo della gestione.

Analizzando separatamente i prodotti del traffico si trova:

per i viaggiatori e bagagli una diminuzione di 8 milioni (= 0,5 %) e cioè da 1.621 a 1.613 milioni;

per le merci una diminuzione di 17 milioni (= 0,6 %) e cioè da 3.050 a 3.033 milioni.

Per quanto riguarda le spese un aumento importante è quello di 81 milioni verificatosi nelle spese di personale (escluso quello delle officine) il quale aumento derivò principalmente dai miglioramenti concessi.

L'aumento complessivo di 21 milioni verificatosi nel titolo relativo al combustibile ed alla energia elettrica per la trazione è attribuibile principalmente all'esercizio elettrico e ciò per le quote di interesse ed ammortamento delle centrali idroelettriche dell'Amministrazione, che per la prima volta sono state introdotte in bilancio a carico del conto dell'energia prodotta.

Per quanto riguarda la trazione a vapore, si ebbe una minore spesa di circa 10 milioni perchè la quantità di carbone consumata è stata inferiore a quella dell'esercizio precedente ed il prezzo medio pagato per tonnellata risultò pure inferiore (L. 139,5 invece di 140,7).

Le spese complementari hanno presentato un aumento complessivo di 33 milioni, il quale è dovuto principalmente al titolo *migliorie alle linee ed agli impianti* che è stato ripristinato nel bilancio del 1929-30, per l'importo di 30 milioni.

L'aumento infine di 44 milioni che si è verificato nelle spese accessorie deriva principalmente dal maggior carico di 36 milioni che l'esercizio 1929-30 ha dovuto sopportare per interessi ed ammortamento delle spese patrimoniali (milioni 448 invece di 412 milioni dell'anno precedente).

In relazione agli aumenti verificatisi nelle spese d'esercizio ordinarie e complementari (74 milioni in complesso), solo in piccola parte compensati dall'aumento di 1 milione verificatosi negli introiti, il residuo d'esercizio, che era stato di 617 milioni nel 1928-29, si è ridotto nel 1929-30 a 544 milioni ed in conseguenza di ciò il coefficiente d'esercizio è cresciuto da 87,20 a 88,73.

In relazione poi alla diminuzione del residuo d'esercizio ed all'aumento delle entrate eventuali e delle spese accessorie, si verificò nell'avanzo della gestione la discesa da 207 milioni a soli 92 milioni.

Dati principali relativi al nostro traffico ferroviario nell'esercizio 1929-1930.

Dalla recente Relazione delle Ferrovie dello Stato, riportiamo i più importanti indici tecnici ed economici relativi al traffico viaggiatori e merci nell'esercizio 1929-30.

Viaggiatori	*Quantità numeriche*	
Numero dei biglietti	milioni	110,1
Viaggiatori-Km.	milioni di viagg.-Km.	8.072,1
Percorrenze treni viaggiatori	milioni di Km.	88,0
Viaggiatori per treno	Numero	91,73
Percorrenze carrozze	milioni di assi-Km.	1.746,3
Quantità assi-carrozze per treno	Numero	19.85
Introito traffico viaggiatori	milioni di lire	1.556,1
Introito medio per treno-Km.	Lire	17,69
Introito medio per asse-Km.	Lire	0,89
Introito per viaggiatori-Km.	Lire	0,192
Introito dei bagagli	milioni di lire	57,21

Merci		
Tonnellate caricate per il pubblico	milioni di tonn.	58,7
Tonnellate-Km. totali (escluso il bestiame)	milioni di tonn.-Km.	12,267,4
Tonnellate-Km.: a carro completo	»	11,210,0
Tonnellate-Km. in collettame	»	1,057,4
Carri caricati di bestiame	migliaia	126,1
Percorrenze treni merci	milioni di Km.	60,1
Tonnellate per treno-Km.	Tonnellate	204,2
Percorrenze carri carichi e vuoti	milioni di assi-Km.	3.451,3
Quantità di assi per treno-Km.	Numero	57,4
Carico medio per asse-caricato	Tonnellate	5,20
Introito traffico merci (compreso bestiame)	milioni di lire	3.033,0
Introito medio per treno-Km.	Lire	50,49
Introito asse-Km. di carro (carico e vuoto)	Lire	0,88
Introito per tonn.-Km. di merce	Lire	0,247

Le ferrovie del mondo nel 1927.

Sulla scorta della consueta statistica pubblicata dall'*Archiv für Eisenbahnwesen*, diamo per l'anno 1927 le cifre relative alla consistenza ferroviaria nei diversi paesi di Europa e complessivamente nelle altre parti del mondo.

Europa

PAESI			Lunghezza delle linee esercitate alla fine del 1927		
DENOMINAZIONE	Superficie (in cifra tonda)	Popolazione (in cifra tonda)	Totale	per 100 Km.²	per 10.000 abitanti
	Km.²		Km.	Km.	Km.
Albania	27.500	834.000	300	1.1	3.6
Austria	83.800	6.535.000	7.038	8.4	10.8
Belgio	30.400	7.932.000	11.093	36.5	14.4
Bulgaria	103.100	5.713.000	2.710	2.6	4.7
Cecoslovacchia	140.400	13.613.000	13.765	9.8	10.1
Danimarca	43.000	3.475.000	5.127	11.9	14.8
Estonia	47.500	1.107.000	1.433	3.–	12.9
Finlandia	388.300	3.365 000	4.561	1.2	13.5
Francia	551.000	44.744.000	53.571	9.7	12.–
Germania	472.000	63.184.000	58.417	12.4	9.2
Grecia	127.800	6.183.000	3.192	2.5	5.2
Inghilterra	242.700	45.589.000	34.416	14.2	7.5
Irlanda	69.900	2.973.000	4.846	6.9	16.3
Italia	310.100	40.796.000	21.200	6.8	5.1
Jugoslavia	248.700	11.997.000	9.846	8.6	8.2
Lettonia	65.800	1.845.000	2.849	4.3	15.5
Lituania	55.900	2.371.000	3.120	5.6	13.2
Lussemburgo	2.600	286.000	551	21.2	19.3
Malta, Jeszey, Man	1.100	375.000	110	10.–	3.–
Norvegia	323.800	2.798.000	3.835	1.2	13.7
Paesi Bassi	34.200	7.626.000	3.697	10.8	4.8
Polonia	388.400	27.177.000	19.418	5.–	7.1
Portogallo	91.900	6.033.000	3.427	3.7	5.7
Romania	295.000	17.500.000	11.948	4.1	6.8
Russia	21.343.600	143.130.000	(1) 76.866	0.4	5.4
Spagna	505.200	22.290.000	15.807	3.1	7.1
Svezia	488.500	6.088.000	16.271	3.6	26.7
Svizzera	21.300	3.978.000	5.972	14.5	15.0
Turchia	27.000	1.000.000	414	1.5	4.1
Ungheria	92.900	8.526.000	9.529	10.3	11.2
Totale per l'Europa	21.603.400	509.063.000	405.179	1.9	8.–
America	40.900.200	237.936.000	606.316	1.5	25.5
Asia	26.186.800	993.358.000	123.780	0.5	1.2
Africa	25.140.200	117.014.000	65.390	0.3	5.6
Australia	8.009.300	7.738.000	49.531	0.6	64.0
Totale per il mondo	121.839.900	1.865.109.000	1.250.196	1.0	6.7

(1) Comprese le linee in territorio asiatico.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

La calcolazione delle teste di biella. (*V. D. I*, 5 luglio 1930).

Viene trattato degli esperimenti eseguiti negli ultimi anni per determinare, cogli strumenti di misurazione precisa a specchio, le tensioni nelle teste di biella e sono esposte le premesse dei metodi di calcolo ora generalmente conosciuti.

La calcolazione delle due sezioni principali d'una testa di biella avviene in base al lavoro di deformazione. Il risultato viene controllato coll'ausilio d'un altro procedimento di calcolo. Le tensioni agli spigoli sono calcolate coll'applicazione della legge di flessione dell'asta piegata e le tensioni risultanti del calcolo sono, poi, confrontate con quelle trovate con prove nel laboratorio. Alla fine dell'articolo sono riportate alcune formole pratiche.

Nuovo regolamento svizzero sulla verifica dei serbatoi per il trasporto dei gas compressi, liquefatti e disciolti. (*L'Industria meccanica*, dicembre 1930).

Nel 1924 è stato introdotto nella Svizzera un regolamento provvisorio per la verifica dei serbatoi per il trasporto dei gas compressi, liquefatti e disciolti sotto pressione, studiato con la collaborazione dei vari enti interessati. Durante cinque anni di prova del regolamento hanno avuto luogo fra i fabbricanti di gas e l'Istituto Federale Svizzero per l'Esame dei Materiali, scambi di opinioni per perfezionare il regolamento e la sua applicazione. A questo scopo, a cura dell'Istituto per l'Esame dei Materiali, è stata condotta una serie di importanti esperienze, delle quali in una relazione del « Laboratoire Fédéral d'essai des materiaux annexé à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich », vengono ampiamente descritti ed illustrati i risultati. L'ammontare complessivo delle spese per tutte le indagini raggiunse 100.000 franchi, dei quali metà venne offerta dai fabbricanti svizzeri di gas compressi liquefatti e disciolti e dall'Associazione Svizzera dell'Acetilene. Gli studi e le ricerche hanno portato all'approvazione del progetto di regolamento ora approvato.

La costruzione di nuovi laboratori della Aluminium Co. di America. (*Le Génie Civil*, 18 ottobre 1930, pag. 401).

La Società americana Aluminium Company ha investito recentemente l'ingente somma di un milione di dollari nella costruzione, nelle vicinanze della sua officina principale, di un edificio interamente destinato ed attrezzato per lo studio dell'alluminio e delle sue leghe. È da osservare che questi materiali sono stati inoltre largamente adoperati in tutte le forme, tanto nelle parti resistenti e strutturali, che in quelle decorative dell'edificio. Sono costruiti così i telai delle finestre, i radiatori, gli organi della distribuzione di acqua calda e fredda; le imposte delle porte principali sono decorate di pannelli di alluminio martellati. Si sono ottenuti bellissimi effetti di policromia mediante sali metallici aderenti, cotti al forno. Anche un ponte girevole della portata di 3 tonn., destinato alla manovra di sei macchine di prova Amsler, è costruito in lega d'alluminio.

Cupola in cemento armato, sistema Zeiss-Dywidag (*Le Génie Civil*, 18 ottobre 1930, pag. 396).

Il sistema di costruzione Zeiss-Dywidag si fonda sull'adozione di un'armatura speciale che serve contemporaneamente da centina, e che permette la costruzione di volte cilindriche e di cupole, anche di dimensioni ragguardevoli, senza nervature. Tale armatura è formata da elementi in ferro piatto o di sezione a *V*, tenuti insieme mediante un semplice dispositivo di ganci e bulloni, e che costituisce un completo sistema triangolare, di grande rigidezza e regolarità. In queste condizioni si possono ridurre al minimo lo spessore e, conseguentemente, il peso del cemento armato della costruzione.

Armatura in traliccio leggero, sistema Zeiss-Dywidag.

Il sistema ha avuto importanti applicazioni in Germania. L'articolo ne descrive la prima applicazione in Francia, costituita da una cupola del diametro interno di m. 21,40, avente nella parte superiore un'apertura del diametro di circa 7 m., destinata all'illuminazione dell'ambiente sottostante, apertura coperta a sua volta da una cupola secondaria che funziona da lucernario. La cupola principale non ha nervature, ed ha uno spessore di appena cm. 6. La figura mostra l'armatura-centina adottata; in essa il traliccio del sistema è completato da qualche sbarra di collegamento di diametro limitato. Nella parte inferiore la cupola aumenta di grossezza, formando una cintura, che ripartisce il carico sulle grosse murature del fabbricato.

L'aerazione di vetture viaggiatori. (*Railway Age*, 9 agosto 1930, pag. 267).

La ferrovia Baltimore & Ohio ha munito la carrozza ristorante « Martha Washington » di dispositivi per il riscaldamento e il refrigeramento dell'aria, per la regolazione della sua umidità e per la eliminazione preventiva di polvere, fuliggine od altre impurità. L'impianto è stato eseguito dopo gli ottimi risultati ottenuti lo scorso anno su una carrozza sperimentale. Esso è indicato schematicamente nella fig. 1. Si hanno in *A* filtri meccanici per l'aria, chiusi in adatti recipienti di lamiera applicati a ciascun lato della vettura, all'estremità verso la dispensa, sulla linea del tetto. Con tali filtri l'aria immessa viene liberata da polvere, ceneri o altri corpi estranei; passa poi a contatto dei serpentini refrigeranti *B*, dove la sua temperatura viene ridotta al grado desiderato, e dove si condensa l'eccesso di umidità. Quindi i ventilatori *C* distribuiscono l'aria attraverso i tubi isolati *D* posti sul tetto del veicolo; da questi tubi l'aria è immessa nell'interno attraverso aperture poste al centro del soffitto (vedi fig. 2). Queste aperture sono opportunamente regolate in modo da evitare correnti e da assicurare una eguale distribuzione d'aria per tutta la vettura.

Quando la temperatura nella parte di carrozza adibita a ristorante raggiunge un determinato livello, per esempio 5 o 8 gradi C. al disotto della temperatura esterna, l'aria posta in circolazione, e che normalmente passa attraverso l'apparecchio di circolazione *E*, e di qui sopra serpentini refrigeranti *B*, viene chiusa dal regolatore di temperatura ad aria compressa F., e se ne impedisce così un ulteriore raffreddamento. In tal caso è possibile, sempre automaticamente, la circolazione del-

l'aria nella vettura senza che essa debba passare attraverso i serpentini refrigeranti *B*. Quando la temperatura dell'aria nella vettura tende a salire oltre un livello determinato, il regolatore *F* apre *E* e chiude *E'*, e così provvede di nuovo al refrigeramento. Questa regolazione automatica della temperatura può essere messa a punto come si vuole, potendo funzionare con sbalzi minimi di temperatura da 1,5 a 2,5 gradi C.

La refrigerazione è ottenuta per mezzo di un compressore d'ammoniaca mosso da motore, e posto sotto il pavimento della vettura. Dopo la compressione, il gas di ammoniaca caldo viene immesso nel condensatore *M*. Entro questo serbatoio vi sono piccoli serpentini, entro i quali circola acqua. Il gas di ammoniaca è condensato in ammoniaca liquida; questa viene fatta passare poi attraverso una valvola ad espansione *P*, dopo di che essa va all'evaporatore *I*, nel quale si tro-

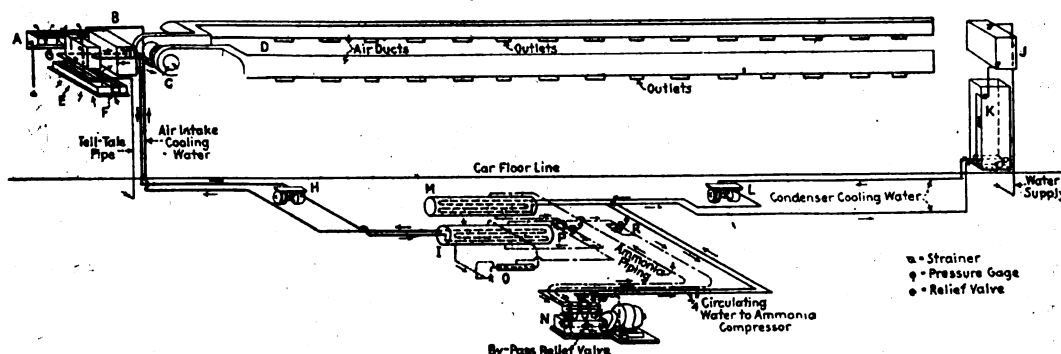



FIG. 1. - Diagramma schematico degli apparecchi e delle condotte.

Tell-tale pipe = tubo di scarico.
Air Intake Cooling water = acqua di refrigerazione delle condotte d'aria.
Air ducts = tubazioni d'aria.
Outlets = Sfogatoi.
Car floor line = linea del pavimento del carro.
Condenser cooling water = acqua refrigerante del condensatore.
Water supply = rifornimento d'acqua.
Ammonia piping = tubazioni per l'ammoniaca.
By-Pass Relief valve = valvola di ritenuta del by-pass.
Circulating Water to Ammonia Compressor = acqua di circolazione per il compressore d'ammoniaca.
Strainer = filtro.
Pressure gage = manometro.
Relief valve = valvola di ritenuta.

vano pure serpentini a circolazione d'acqua. Dopo che l'ammoniaca è passata attraverso l'evaporatore I, e che l'acqua contenuta nei serpentini è raffreddata, l'ammoniaca ritorna attraverso la valvola di contropressione *R* alla parte aspirante del compressore *N* dove essa può essere riutilizzata. La motopompa *L* serve a far circolare, nella direzione delle frecce, l'acqua che si è venuta a riscaldare nei serpentini del condensatore *M*, in seguito alla condensazione dell'ammoniaca. L'acqua passa così alla torre refrigerante *K*, situata all'estremità della vettura opposta alla cucina. Qui l'acqua è suddivisa e refrigerata dall'aria esterna immessavi da un ventilatore. Durante questa operazione un po' di acqua viene perduta per evaporazione. Le perdite d'acqua (che però non raggiungono, nelle peggiori condizioni, i 35 ÷ 45 litri all'ora) vengono compensate da un serbatoio *I*, situato sopra la vettura, che restituisce acqua alla torre *K*. L'acqua usata per raffreddare l'aria viene raffreddata a sua volta nel serbatoio evaporatore *I*. In seguito all'espansione dell'ammoniaca attraverso questo serbatoio, si abbassa la temperatura dell'acqua nei serpentini del serbatoio e, per mezzo della motopompa *H*, l'acqua raffreddata viene fatta passare dall'evaporatore *I* ai ser-

pentini *B*, e di qui di nuovo alla pompa e all'evaporatore, come è indicato in fig. 1 con freccie. In questa operazione, naturalmente, si verifica perdita d'acqua. A causa della condensazione prodotta dal raffreddamento dell'aria, al suo passaggio sui serpentini, si produce più o meno acqua che scarica in apposito tubo. Viene così controllata e regolata l'umidità dell'aria immessa nella vettura.

Un controllo termometrico *O* impedisce che la temperatura dell'evaporatore vada sotto un punto determinato, normalmente + 3,3 gradi C.; è così evitato che geli l'acqua dei serpentini dell'evaporatore. Questo apparecchio funziona automaticamente, attraverso la valvola *R* di contropressione, che chiude il ritorno dell'ammoniaca al compressore. Dato che il motore del compressore

Fig. 2. – Interno della vettura che mostra le aperture dalle quali entra l'aria.

dell'ammoniaca continua a girare, la circolazione locale tra lo scarico e l'aspirazione del compressore continua attraverso la valvola di passaggio, come è indicato nel compressore *N*. Se per una ragione qualsiasi la pressione dovesse salire al disopra di un livello determinato, il motore del compressore si disinserisce per mezzo di un interruttore automatico.

Per la produzione della forza motrice occorrente, nonchè per l'illuminazione della vettura, servono una dinamo a corrente continua da 10 Kw., 110 Volt, accoppiata a un asse della vettura mediante ingranaggi; e un'altra dinamo da 5 Kw., 40 volt, accoppiata però a cinghia. Vi è inoltre una batteria, sempre sotto carica, della tensione di 40 Volt, e della capacità di 864 amper-ora, che serve di riserva, e per alimentare le pompe di circolazione dell'acqua e dell'aria quando la velocità della vettura discende sotto a un certo limite. Durante le fermate della vettura, l'energia elettrica può essere prelevata anche dall'esterno, mediante opportune prese di corrente.

L'impianto funziona regolarmente con piena soddisfazione, fin dal 23 aprile 1930.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

[8455] « Grafia » S. A. I. Industrie Grafiche – Roma, via Ennio Quirino Visconti, 13-a

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

GENNAIO 1931 - IX

PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1930 621 . 138 e 621 . 335

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 285.

Ingg. ROMERO RAMIRO e CARLI CESARE. Il nuovo deposito per locomotive a vapore ed elettriche di Bologna, pag. 26, fig. 32, tav. 2.

1930 621 . 317

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 312.

Ingg. OTTO CUZZER e MARIO ALTIERI. Metodi assoluti seguìti per la taratura dei trasformatori di misura, pag. 6, fig. 3.

1930 385 . (061 . 1

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 318.

Le conclusioni del Congresso ferroviario di Madrid, pag. 5.

1930 536

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 323 (Libri e Riviste).

Considerazioni economiche sull'adozione delle alte pressioni nel vapore, pag. 2 ½, fig. 2.

1930 621 . 87

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 325 (Libri e Riviste).

Gru da 71 tonnellate per le Ferrovie dello Stato della New South Wales, pag. 1, fig. 1.

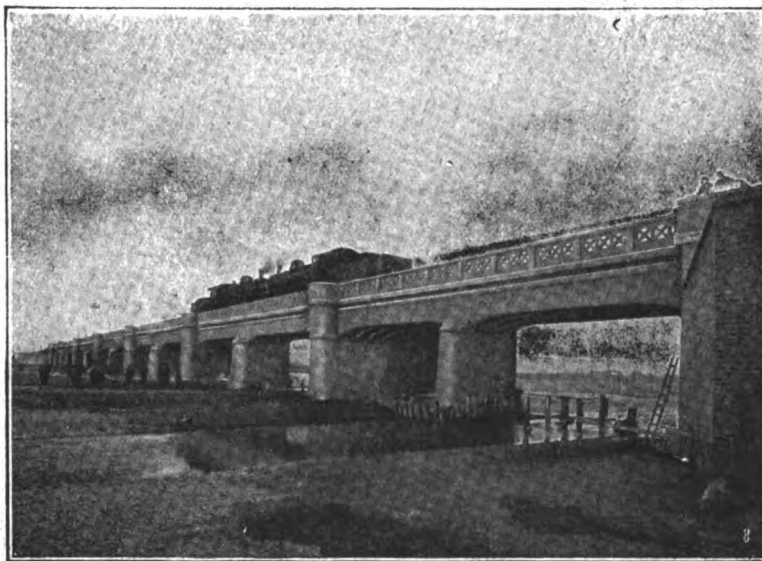
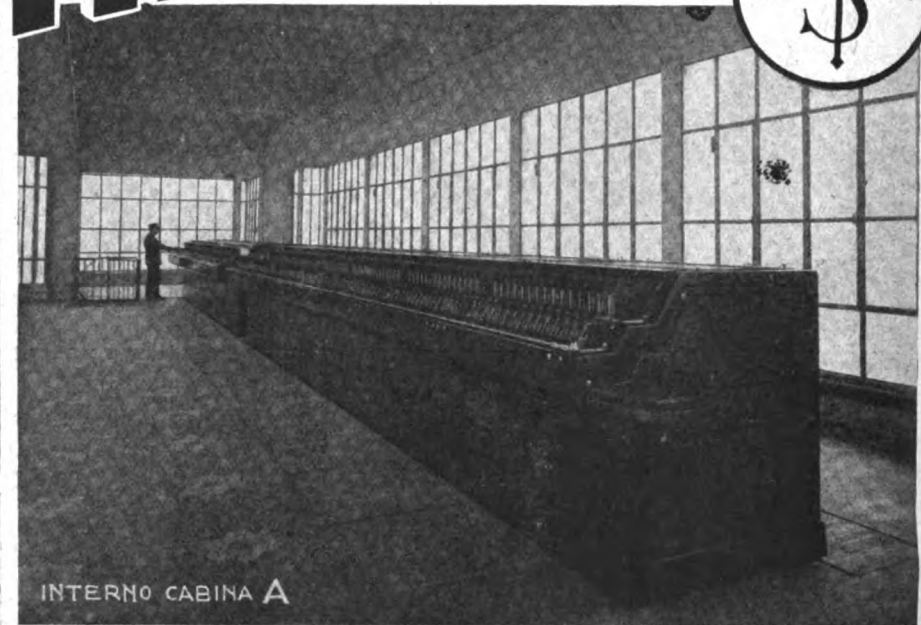
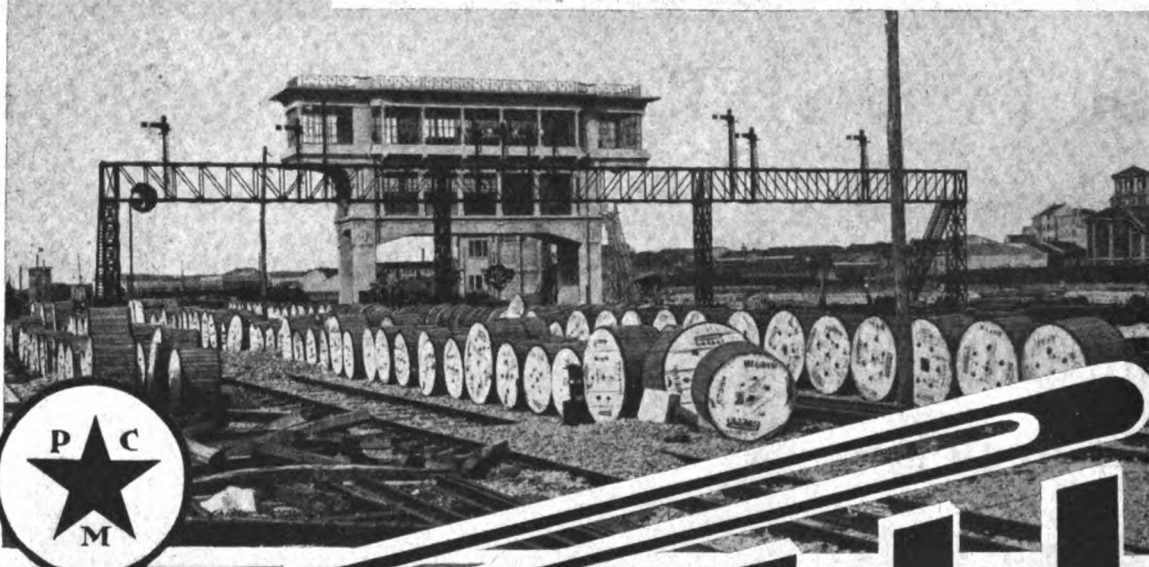
1930 621 . 771 : 669 . 71

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 326 (Libri e Riviste).

La laminazione dei grandi profilati di leghe di alluminio nelle Officine di Massena negli Stati Uniti, pag. 1.

1930 621 . 934

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 dicembre, pag. 327 (Libri e Riviste).

L'applicazione del carburo di tungsteno nelle seghe circolari e nelle grosse macchine utensili, pag. 1.

L'Industria meccanica

1930 621 . 884

L'Industria Meccanica, novembre, pag. 918.

M. Codebò. Svasature nelle lamiere, per chiodi da ribadire a caldo, p. 3, fig. 5.

1930 621 . 436

L'Industria Meccanica, novembre, p. 928.

B. Federspiel. Caratteristiche di funzionamento dei Diesel ad iniezione meccanica, p. 4, fig. 3.

1930 621 . 834

L'Industria Meccanica, dicembre, p. 987.

B. Mammano. Difetti del creatore per ingranaggi, p. 6, fig. 5.

1930 621 . 915

L'Industria Meccanica, dicembre, p. 993.

E. Bugini. Istruzione sulla macchina fresatrice e sul suo uso, p. 14, fig. 30 (Continua).

La Metallurgia Italiana

1930 620 . 17 : 669 . 71

La Metallurgia Italiana, novembre, p. 963.

G. Colonnetti e G. M. Pugno. Caratteristiche di elasticità e resistenza di alcune leghe leggere, p. 13.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1930 651 (.481)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 2169.

A. Jynge. Emploi de machines à affranchir aux Chemins de fer de l'Etat norvégien, p. 3.

1930 621 . 132 . 1 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 2172.

J. F. Gairns. Locomotives britanniques en 1929. Types et service, p. 13, fig. 6.

1930 621 . 33 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 2185.

Parodi. Electrification partielle du réseau de la Compagnie d'Orléans, p. 32, fig. 18.

1930 313 : 625 . 143 . 3

Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 2217.

Statistique des ruptures de rails survenues pendant l'année 1928 (suite), p. 51.

Revue Générale des Chemins de fer

1930 656 . 23 . 032

Revue Générale des Chemins de fer, dicembre, p. 446.

Chaperon e Richard. Mise en application d'un nouveau système de carte d'abonnement hebdomadaire sur le Réseau du Nord, p. 8, fig. 7.

1930 385 . 113 (.44)

Revue Générale des Chemins de fer, dicembre, p. 463.

Les résultats d'exploitation du Réseau des Chemins de fer de l'Etat en 1929, p. 10.

Bulletin technique de la Suisse Romande

1930 621 . 24

Bulletin technique de la Suisse Romande, 1º e 29 novembre, pp. 264 e 289.

R. Thomann. Considérations sur quelques particularités importantes de la construction et du service des turbines hydrauliques à grande vitesse de rotation, p. 7, fig. 14.

1930 627
Bulletin technique de la Suisse Romande, 15 novembre, p. 277.
Sur les conséquences des inondations du torrent Saint-Barthélemy et les remèdes proposés, p. 2, fig. 2.

1930 631 . 242
Bulletin technique de la Suisse Romande, 29 novembre, p. 292.
P. PINGOUD. Dimensions principales des turbines hydrauliques à réaction, p. 2, fig. 2.

LINGUA INGLESE

The Railway Engineer

1930 656 . 25 (.492)
The Railway Engineer, dicembre, p. 455.
The Railway Signalling in Holland, p. 2 ½, fig. 9.

1930 625 . 143 . 4
The Railway Engineer, dicembre, p. 463.
R. C. ARBERY. The failure of fishplates, p. 2 ½, fig. 10.

1930 621 . 132 . 65
The Railway Engineer, dicembre, p. 473.
New four-cylinder 4-8-4 type tank locomotives, p. 1, fig. 1.

1931 621 . 133
The Railway Engineer, gennaio, p. 3.
High-pressure locomotive boilers, p. 1.

1931 621 . 132 . 65 (. 82)
The Railway Engineer, gennaio, p. 7.
New three-cylinder 4-6-2 locomotives, Central Argentine Railway, p. 3 ½, fig. 6.

1931 621 . 134 . 2 (. 73)
The Railway Engineer, gennaio, p. 21.
E. C. POULTNEY. The « James Archbald » high-pressure locomotive, p. 6, fig. 6.

1931 621 . 282 : 621 . 436 (. 82)
The Railway Engineer, gennaio, p. 31.
Diesel shunting locomotive, Central Argentine Railway, p. 3, fig. 3.

Engineering

1930 669 . 74 . 782 e 669 . 357 . 74
Engineering, 3 ottobre, p. 441.
E. VOCE. Silicon-copper alloys and silicon-manganese-copper alloys, p. 2 ½, fig. 4.

1930 621 . 132 . 65 (. 73)
Engineering, 3 ottobre, p. 443.
4-8-4 type locomotive for the Chicago and North-Western Ry, p. 2, fig. 5.

1930 621 . 165
Engineering, 10 ottobre, p. 455.
G. STONEY. The economic speed for turbo-alternators in power stations.

1930 621 . 36
Engineering, 10 ottobre, p. 460.
Electric-boiler and heat-accumulator installation, p. 2, fig. 7.

1930 669 . 71
Engineering, 10 ottobre, p. 473.
K. L. MEISSNER. The artificial ageing of duraluminum and super-duraluminum, p. 2, fig. 4.

1930 385 . (09 (. 54)
Engineering, 17 ottobre, p. 496.
Indian railway progress.

1930 621 . 132 . 7 (. 81)
Engineering, 24 ottobre, p. 521.
2-6-2 + 2-6-2 type locomotive; Great Western Railway of Brazil, p. 2, fig. 14, di cui 7 su tavola a parte.

1830 621 . 436
Engineering, 24 ottobre, p. 532.
S. I. DAVIES e E. GIFFEN. The present position of the high-speed heavy-oil engine, p. 4, fig. 3.

1930 621 . 1 . 01
Engineering, 7 novembre, p. 597; 21 novembre, p. 661; 5 dicembre, p. 723.
K. BAUMANN. Some considerations affecting future developments of the steam cycle, p. 10, fig. 30.

1930 620 . 1 : 535 : 669 . 14
Engineering, 14 novembre, p. 635.
F. TWYMAN e A. A. FISCH. The quantitative analysis of steels by spectrum analysis, p. 2, fig. 6.

Railway Age

1930 625 . 2 . 013
Railway Age, 18 ottobre, p. 800.
Almir draft gear tested in passenger service, p. 3, fig. 7.

1930 656 . 211 . 4 (. 73)
Railway Age, 15 novembre, p. 1032.
Large suburban terminal opened in Philadelphia, p. 4, fig. 7.

1930 621 . 132 . 65 (. 71)
Railway Age, 22 novembre, p. 1068.
Canadian National buys five 4-6-4 type locomotives, p. 2, fig. 4.

1930 621 . 135 . 2 e 625 . 2 . 012 . 2
Railway Age, 29 novembre, p. 1177.
T. V. BUCHWALTER. Operating results with the Timken locomotive (The influence of roller-bearing locomotive on train operation indicated by 33.000 miles of tests on three railroads), p. 5, fig. 2.

The Railway Gazette

1930 625 . 232 . 2
The Railway Gazette, 3 ottobre, p. 433.
New first-class sleeping cars, L. N. E. R., p. 2, fig. 2.

1930 625 . 242
The Railway Gazette, 3 ottobre, p. 438.
New iron ore bogie hopper wagons for the Bengal-Nagpur Railway, p. 3, fig. 10.

1930 625 . 232 . 3 (. 82)

The Railway Gazette, 10 ottobre, p. 461.

New dining cars for the Central Argentine Ry, p. 3 ½, fig. 9.

1930 656 . 01

The Railway Gazette, 17 ottobre, p. 497.

The changing conditions of trade and transport, p. 1.

1930 625 . 232 . (. 42)

The Railway Gazette, 17 ottobre, p. 503.

New bogie corridor carriages for the Southern Ry, p. 2, fig. 4.

1930 625 . 245 . 7

The Railway Gazette, 17 ottobre, p. 504.

50-ton sulphate of Ammonia Wagons, L. N. E. R.

The Journal of the Institution of Electrical Engineers

1930 656 . 25

The Journal of the Institution of electrical engineers, novembre, p. 1507.

T. A. Towers. A few notes on the design, construction and maintenance of railway electrical signalling apparatus, p. 9, fig. 14.

1930 621 . 314 . 2

The Journal of the Institution of electrical engineers, novembre, p. 1516.

T. A. Long. The loading of transformers on a thermal basis, with special reference to temperature indicators, p. 2, fig. 1.

The Engineer

1930 621 . 365

The Engineer, 3 ottobre, p. 362.

Skoda Works. 10 ton. electric furnace, p. 2, fig. 3.

1930 385 . 586 : 656 . 25

The Engineer, 31 ottobre, p. 488.

L. N. E. R. Signalling school at York, p. 2, fig. 4.

1930 625 . 5

The Engineer, 19 dicembre, p. 677; 26 dicembre, p. 712.

The Chantarella-Corviglia cable railway at St. Moritz, p. 4, fig. 9.

1931 621 . 13 . 09

The Engineer, 2 gennaio, p. 18.

Locomotives of 1930, p. 5, fig. 16.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

CONDIZIONI D'ABBONAMENTO

Abbonamento annuo: pel Regno L. 72 - per l'Estero L. 120

Per tutti i funzionari, impiegati, od agenti, *non Ingegneri,* appartenenti al Ministero dei Lavori Pubblici (Ufficio Speciale delle Ferrovie) o all'Amministrazione Ferroviaria dello Stato o ad una delle Societa od Enti aventi concessioni od esercizi di ferrovie o tramvie in Italia, viene fatto un *abbonamento di favore* a L. 36.— all'anno.

Tariffa degli Annunci

SPAZIO	6 VOLTE	12 VOLTE
1 Pagina	1100	2000
1/2 Pagina	800	1500
1/4 di Pagina	500	900
1/8 di Pagina	350	650

Nella 2ª e nella 4ª pagina della copertina il prezzo aumenta del 25 %.

Riduzione del 10 % in omaggio alle Direttive del Governo Nazionale

Anno XX – Vol. XXXIX – N. 2. RIVISTA MENSILE Roma, 15 Febbraio 1931 (Anno IX).
Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) L. 120. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. 36
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) – Via delle Coppelle, 35 – Telefono 50-368

SOMMARIO

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

CONDIZIONI D'ABBONAMENTO

Abbonamento annuo: pel Regno L. 72 - per l'Estero L. 120

Per tutti i funzionari, impiegati, od agenti, *non Ingegneri,* appartenenti al Ministero dei Lavori Pubblici (Ufficio Speciale delle Ferrovie) o all'Amministrazione Ferroviaria dello Stato o ad una delle Societa od Enti aventi concessioni od esercizi di ferrovie o tramvie in Italia, viene fatto un *abbonamento di favore* a L. 36.— all'anno.

Tariffa degli Annunci

SPAZIO	6 VOLTE	12 VOLTE
1 Pagina	1100	2000
1/2 Pagina	800	1500
1/4 di Pagina	500	900
1/8 di Pagina	350	650

Nella 2ª e nella 4ª pagina della copertina il prezzo aumenta del 25 %.

Riduzione del 10 % in omaggio alle Direttive del Governo Nazionale

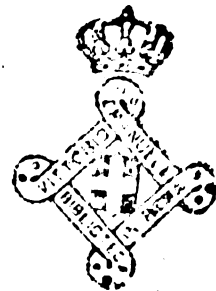
Annata XX. - Vol. XXXIX. 15 febbraio 1931. (Anno IX) - N. 2

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La recente riforma nella Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni

Ing. dott. GIACOMO FORTE

(Vedi Tav. III fuori testo)

Riassunto. — L'autore, che è il Direttore della Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, dà ragione della riforma avvenuta di recente nell'impianto in riguardo sia all'aumento apportato ai locali, sia all'aggiornamento dei mezzi, sia alla modifica del funzionamento interno, reso più aderente alla funzione assegnata all'Istituto stesso..

Sulla funzione e l'opera dell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato, trasformatosi dipoi nella Sezione Ferroviaria del R. Istituto delle Comunicazioni in base al R. D. 4-11-1926, n. 1978, è stata riportata su questa stessa Rivista una conferenza del sig. Ettore Peretti allora Direttore dell'Istituto stesso (1).

Successivamente è apparsa la relazione a stampa fatta dallo stesso Direttore a S. E. il Ministro per l'anno 1926-27, in cui si espone, in forma ampia e completa, anche il lavoro a cui normalmente attende la citata Sezione a mezzo dei suoi 16 laboratori.

D'allora in poi due nuove circostanze sono intervenute a modificare la figura e l'andamento dell'impianto, e cioè:

a) la possibilità di utilizzare l'ala sud del 1° piano e tutto il 2° piano nell'edificio stesso della Sezione adibiti in prcedenza ad alloggi di personale ferroviario, l'ultimo dei quali si è reso libero solo nel luglio scorso;

b) il cambio di dirigenza avvenuto nel novembre del 1928.

La prima ha dato modo di estendere notevolmente l'area destinata alla Sezione, e quindi di sistemare diversamente i Servizi Generali ed i laboratori. La seconda ha dato occasione a talune modifiche nei particolari di funzionamento, che si ritengono degne di menzione.

Divideremo così l'esposizione in parti, facendo precedere quelle riguardanti i locali, i mezzi d'opera ed il personale.

* * *

Era da tempo sentita la necessità di un aumento nei locali assegnati ai diversi laboratori, riconosciuti insufficienti specie in seguito alla soppressione, disposta ed avvenuta nel 1923, dei tre laboratori distaccati di Torino, Firenze e Palermo, per la quale per-

(1) Vedi *Rivista Tecnica delle F. S.*, nn. 2, 3, 4, del 1925.

4

sonale, mezzi e lavoro vennero a concentrarsi nell'unica Sede Centrale di Roma, inadeguata a siffatto aumento.

Tale necessità venne anche riconosciuta nel 1927 da apposita Commissione di investigazione, incaricata all'uopo da Autorità Superiori, sicchè nel 1928 fu formulata la proposta per un aumento di mq. 5300 di superficie complessivamente coperta, da ottenersi a parte ed oltre l'avvenuta occupazione dell'ala nord a 1° piano, mercè l'altra dell'intero 2° piano dello stesso vecchio fabbricato e mercè la costruzione di un nuovo edificio nello spazio libero esistente fra le due Sezioni del R. Istituto, la Ferroviaria e la Postelegrafonica.

Ma tale soluzione integrale, per la quale furono studiati tre progetti successivi, venne alla fine abbandonata, non riconoscendosi in essa vantaggi adeguati alla spesa di una diecina di milioni richiesta per le costruzioni murarie, oltre quella di quattro milioni occorrenti ancora per le nuove attrezzature, ed anzi rivelandosi in essa deficienze ineliminabili e tali da renderla definitivamente non del tutto soddisfacente.

Fu dunque deciso di ricercare in altre direzioni la possibile soluzione completa, radicale e definitiva, ed intanto di migliorare le condizioni di lavoro mercè l'aumento già previsto nei locali del vecchio fabbricato.

Ne è risultata la preliminare necessità di ottenere la maggiore utilizzazione possibile delle aree coperte a disposizione, il che si è raggiunto regolando i passaggi per disimpegnare taluni laboratori dalle relative servitù, sopprimendo scale risultate superflue e spostandone altre, sgombrando i locali di maggiore importanza da ciò che non era strettamente necessario, raccogliendo di mano in mano ciò che era da conservarsi in locali centralizzati secondari, utilizzando infine gli ammezzati anche come ambienti attivi e non secondari di laboratorio.

Si sono inoltre costruiti nuovi ammezzati ed alcuni soppalchi, che hanno aumentata così la superficie coperta prevista, e si è occupata un'altra piccola parte del capannone merci esistente nella adiacente area dello scalo, adibendola a refettorio del personale.

Complessivamente, escludendo gli scantinati ed includendo una baracca in legno esistente sul piazzale, l'aumento della superficie coperta è così risultato di circa mq. 3820, pari cioè al 68 % di quella di mq. 5630 precedentemente esistente ed ai 3/4 di quella richiesta in più a suo tempo per una soluzione ritenuta completa e definitiva.

Di fronte a siffatta disponibilità vi erano necessità di nuove opere di ampliamento o sistemazione tanto pei laboratori che pei servizi d'indole generale.

Alcuni laboratori infatti non riuscivano a far fronte a tutte le analisi e prove correnti richieste dai Servizi, nè a dare sviluppo a taluni studi utilissimi ed anzi necessari per deficienza di spazio e di mezzi, che impedivano ogni aumento di personale.

In genere le sale non erano sufficientemente specializzate nè separate dove era necessario.

In particolare il laboratorio di petrografia non era integrato dalla parte chimica, nè in grado di preparare tutti i generi di provini occorrenti; per le prove sui cementi si utilizzavano inoltre ambienti, costruiti in modo provvisorio o leggero, e perciò non convenientemente protetti da eccessi di temperatura esterna. Il laboratorio fisico meccanico era denso di apparecchi diversi. L'elettrotecnico mancava di altra sala di taratura. Nei quattro laboratori di metallurgia tutto era costretto in breve spazio: depositi, campioni, collezioni, lavorazioni meccaniche, attacchi, analisi, elettrolisi, bilance, lava-

ture, insegnamento, scrivanie, ecc. Negli altri otto laboratori chimici occorreva separare le indagini micologiche, le analisi volumetriche od elettrolitiche, le bilance, i microscopi, i lavaggi, le stufe, i calorimetri, le analisi di gas, ecc., nonchè sistemare meglio il personale, compresi i dirigenti, alcuni dei quali non avevano una propria camera di studio e di raccoglimento.

I servizi generali, a cui si è cercato di dare, per ovvi motivi di ordinamento interno, la precedenza nella sistemazione, hanno dovuto considerare le seguenti altre necessità, convenienze od utilità:

1 – cintare con muro solido l'area totale disponibile e ridurre ad uno solo l'accesso dall'esterno, istituendovi apposito servizio di portineria:

2 – istituire, prima del controllo dell'ora d'ingresso e dopo quello dell'ora d'uscita, uno spogliatoio unico pel personale subalterno, munito di lavabi ad acqua fredda e calda e di un annesso deposito di biciclette;

3 – avere una sala d'aspetto in portineria;

4 – sopprimere due scale esuberanti e spostarne altre due;

5 – costruire un corridoio esterno a pianterreno per eliminare ogni servitù di passaggio attraverso i laboratori;

6 – sistemare ritirate contralizzate in ciascun piano;

7 – fornire al personale refettori muniti di fornelli ed attrezzi per la refezione sul posto durante l'intervallo di libertà;

8 – ampliare la sala di conferenza, adattandola alla cinematografia e provvedendola di apposito spogliatoio;

9 – istituire un salone per le collezioni d'indole didattica e d'interesse ferroviario;

10 – impiantare un'apposita officinetta per la manutenzione generale dei diversi impianti;

11 – aumentare al 1° piano il numero degli ambienti a propria disposizione per sistemarvi l'ingegnere e l'ispettore, dirigenti rispettivamente la propria parte tecnica e l'amministrativa;

12 – dare una più adatta disposizione alle camere del Direttore e del Vice Direttore, corredandole di apposita sala d'aspetto;

13 – sistemare a giardino l'area esterna adiacente alla pubblica piazza Ippolito Nievo;

14 – creare un alloggio pel Direttore.

A tutto ciò è stato provveduto. Le fig. 1 e 2 della tavola fuori testo mostrano le modifiche apportate, nonchè la nuova sistemazione data ai laboratori in confronto a quella precedente.

Come si nota in esse, si sono potuti sistemare al secondo piano dell'edificio sette dei dieci laboratori chimici esistenti assegnando loro aree maggiori di quelle precedenti, un ottavo è potuto passare nell'ala sud del primo piano, appena resa libera dal personale che vi alloggiava. Di più un nono laboratorio chimico ha potuto trasferirsi nell'estremo sud del pianterreno, ceduto dal laboratorio fisico-meccanico ed ampliato con apposita altra sala esterna all'uopo costruita.

Nei locali così lasciati dai nove anzidetti laboratori si sono potuti trasferire tre altri laboratori, i quali hanno potuto così ampliarsi e rendere a lor volta possibile l'ampliamento dei rimanenti.

In complesso dodici su sedici laboratori si sono dovuti spostare completamente nella nuova sistemazione in parola, mentre i rimanenti quattro hanno subito anch'essi più o meno importanti modificazioni.

La disposizione e la configurazione interna della Sezione sono perciò cambiate quasi completamente.

L'aumento dello spazio occupato da ciascun impianto e complessivamente dalla Sezione è mostrato in diagramma dalla figura 3 fuori testo e con maggiori particolari dalla tabella seguente:

Aumenti nelle aree coperte avvenuti nella Sezione Ferroviaria dell'Istituto Sperimentale esclusi gli scantinati e compresa la baracca provvisoria esterna.

IMPIANTO	mq. di superficie al 5-XI-928				mq. di superficie al 31-XII-930				Totale al 5-XI-928	Totale al 31-XII-930	Diff. assoluta m. q.	Diff. in %
	Terreno	Ammezzato	1° piano	2° piano	Terreno	Ammezzato	1° piano	2° piano				
Direz. Riparti Servizio Generale . .	135,92	259,60	582,14	—	308,55	440,85	1162,71	95,25	977,66	2007,36	1029,70	106
Geologia	382,52	60 —	45,65	—	83,30	—	—	—	488,17	691,63	203,46	42
Petrogr. - Mat. Mur.					312,80	295,53	—	—				
Elettrotecnica . . .	697,10	162,80	—	—	826,15	162,80	—	—	859,90	988,95	129,05	15
Tecn. Fisico-Mecc.	559,64	—	—	—	424,63	215 —	—	—	559,64	639,63	79,99	14
Prove mecc. metalli	218,75	30,25	27,09	—	387,37	90,25	—	—	276,09	477,62	201,53	72
Metallurgia-Metallografia	—	—	216,07	—	—	—	252 —	—	216,07	252 —	35,93	17
Chimica acciai e loro leghe	—	—	89,46	—	—	—	—	177,30	89,46	177,30	87,84	98
Chimica metalli non ferrosi e loro leghe	100 —	—	—	—	—	—	—	173,70	100 —	173,70	73,70	74
Legnami-Xilografia .	—	—	80 64	—	—	—	—	152,55	80,64	152,55	71,91	89
Tessuti, carte, ecc. .	—	22,50	144,90	—	—	—	—	214,05	167,40	214,05	46,65	28
Tecn. Fis.-Chimiche	141,80	—	—	—	—	73,50	198,45	—	141,80	271,95	130,15	92
Combustibili solidi .	358,25	—	—	—	449,75	—	—	—	358,25	449,75	91,50	26
Merceologia	—	—	132,90	—	—	—	—	259,87	132,90	259,87	126,97	96
Lubr. Illum. Comb. liquidi	160,05	75 —	—	—	182,50	136,25	—	—	235,05	318,75	83,70	36
Acque Disincrostanti	118,42	—	—	—	—	—	—	181,84	118,42	181,84	63,42	54
Vernici, Colori, Solv.	114,75	—	—	—	—	—	—	374 59	114,75	374,59	259,84	226
Atrio, Scale, Corrid.	243,50	64,25	365,11	8,40	550,65	145,50	459,70	395,35	681,86	1551,20	869,34	127
Officinetta	36 —	—	—	—	273,80	—	—	—	36 —	273,80	237,80	661
TOTALI . . .	3266.70	674,40	1684,56	8,40	3799,50	1559,68	2072,86	2024,50	5634,06	9456,54	3822,48	68

Coll'occasione si sono dovuti poi rivedere e riordinare quasi del tutto gli impianti di gas, acqua, luce ed energia elettrica, adattandoli alla nuova sistemazione, come pure rifare tutto l'impianto di riscaldamento degli ambienti, ottenuto in parte a vapore vivo

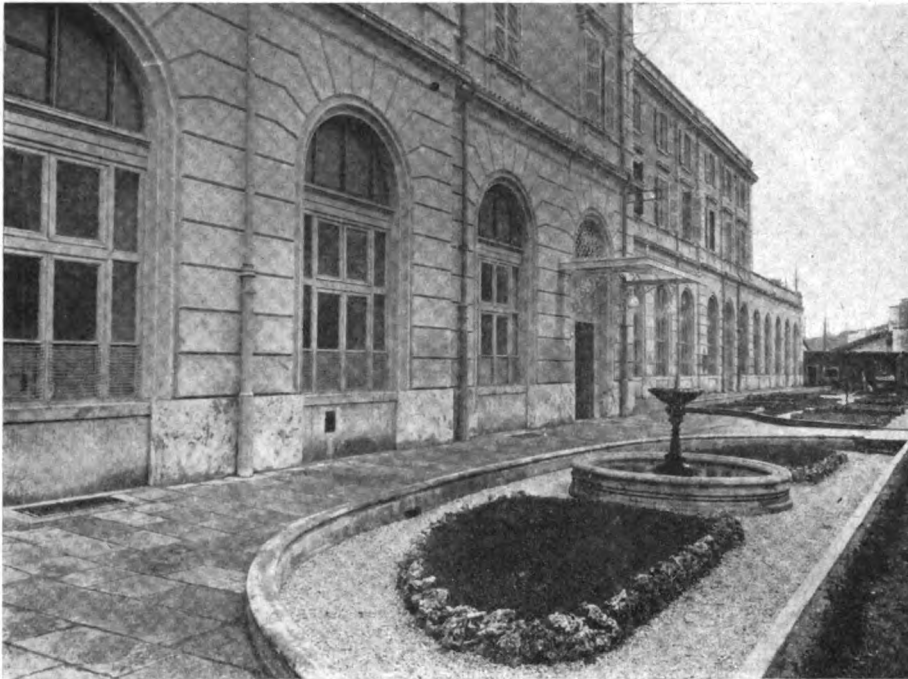



Fig. 1. — Giardinetti e fontane davanti all'edificio.

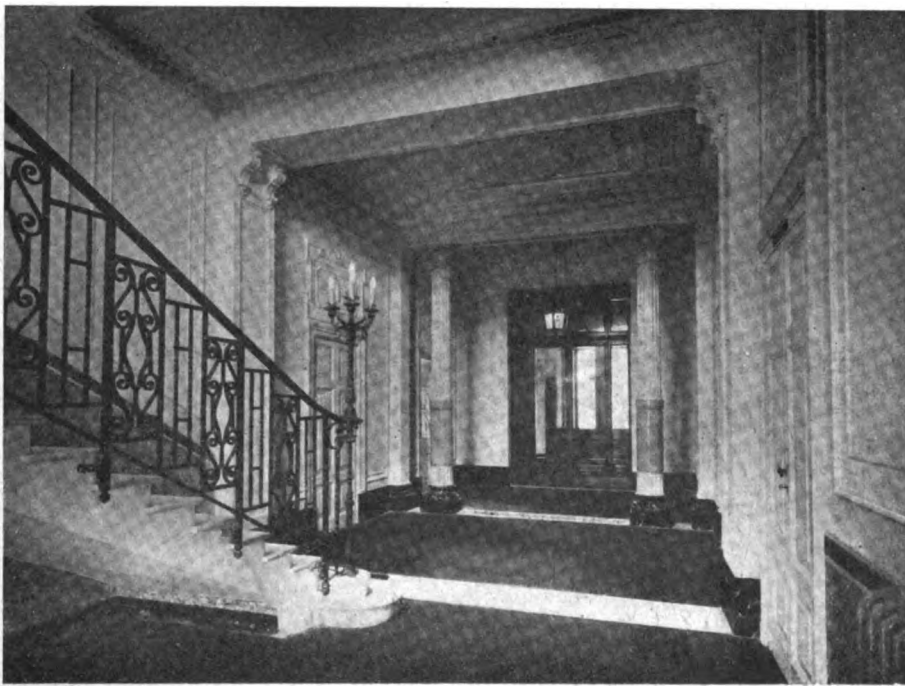



Fig. 2. — Scalone ed ingresso principale.

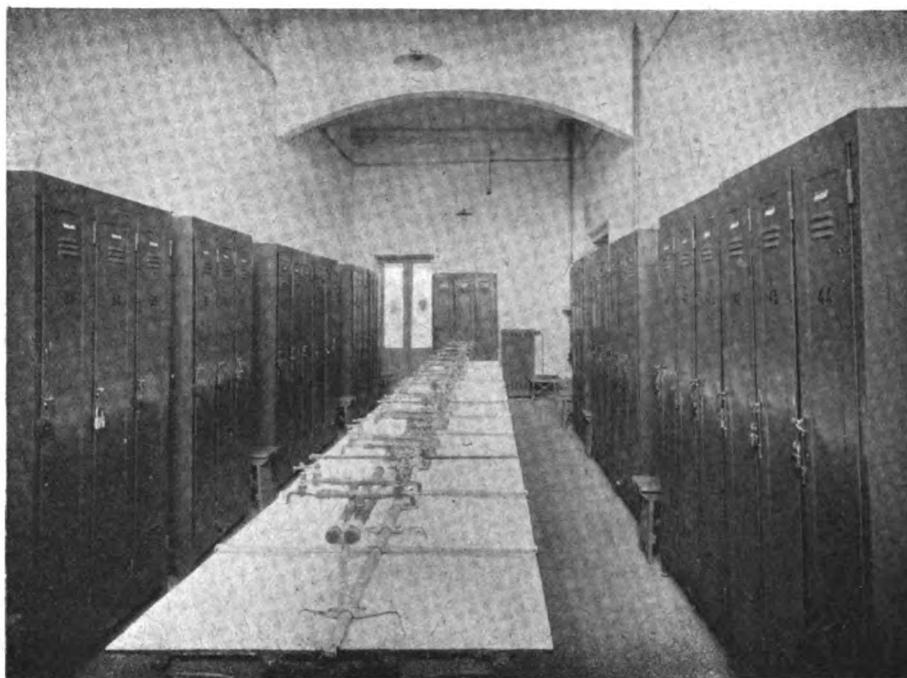



Fig. 3. — Spogliatoio pel personale subalterno.

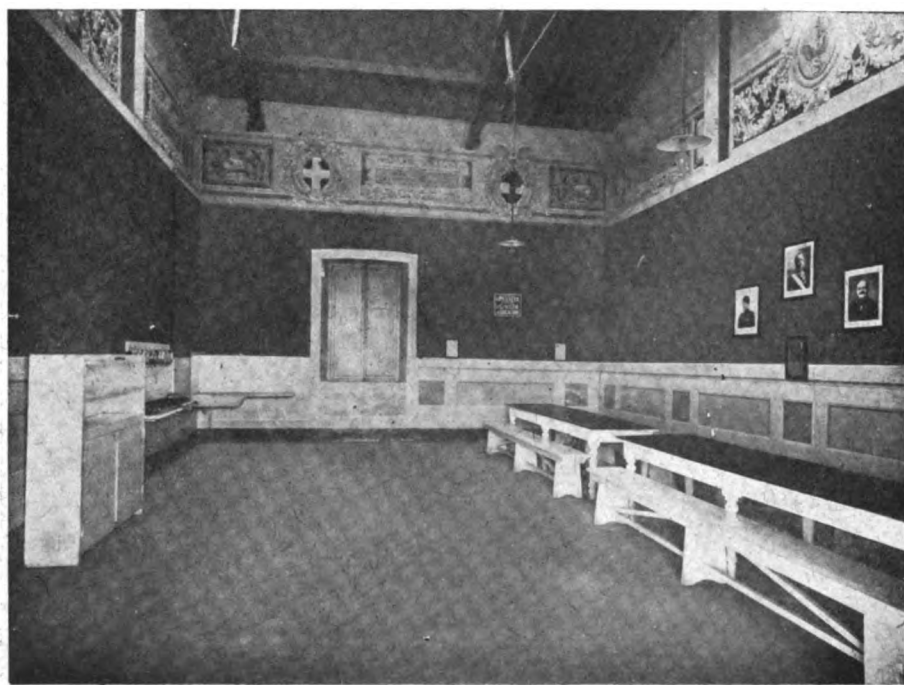



Fig. 4. — Refettorio pel personale subalterno.

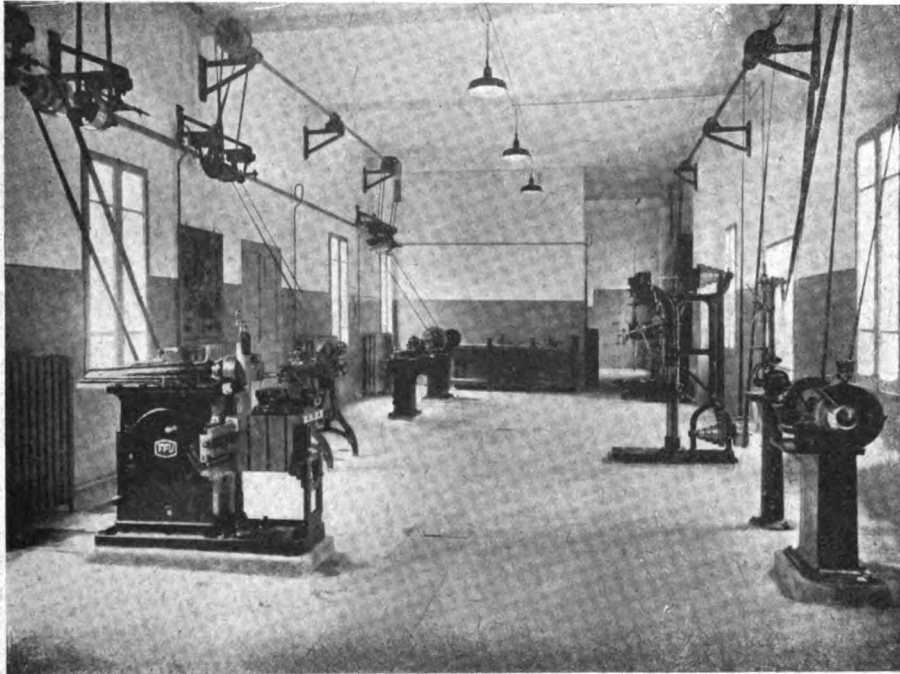



Fig. 5. — Torneria dei servizi generali.

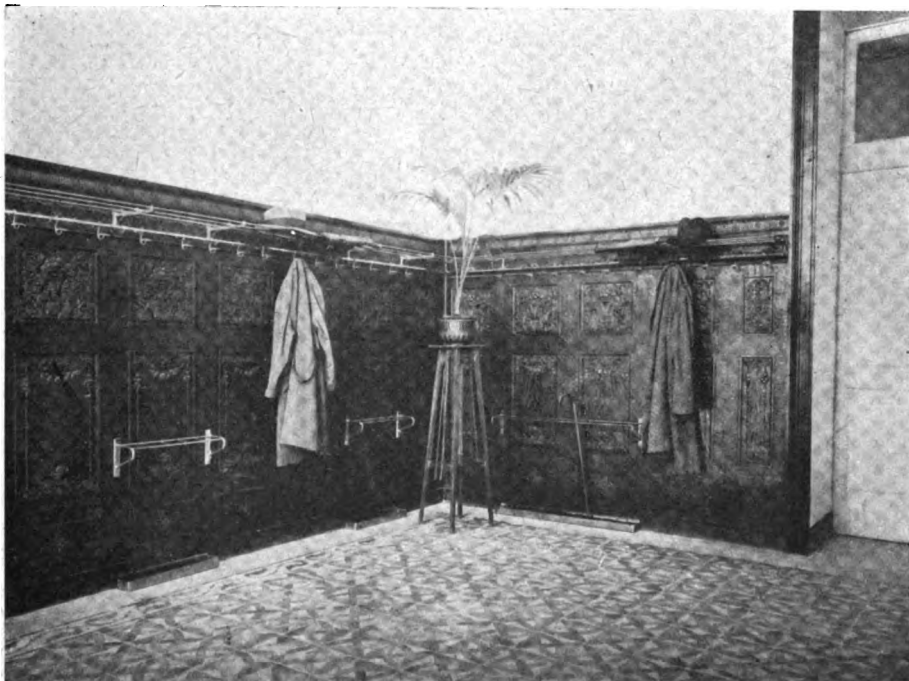



Fig. 6. — Spogliatoio.

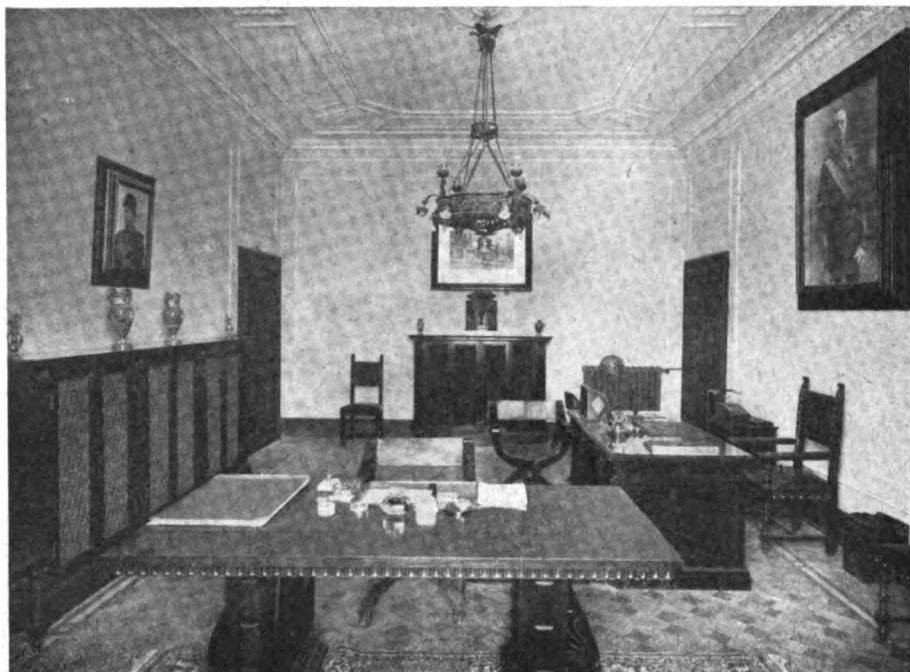



Fig. 7. — Studio del Direttore.

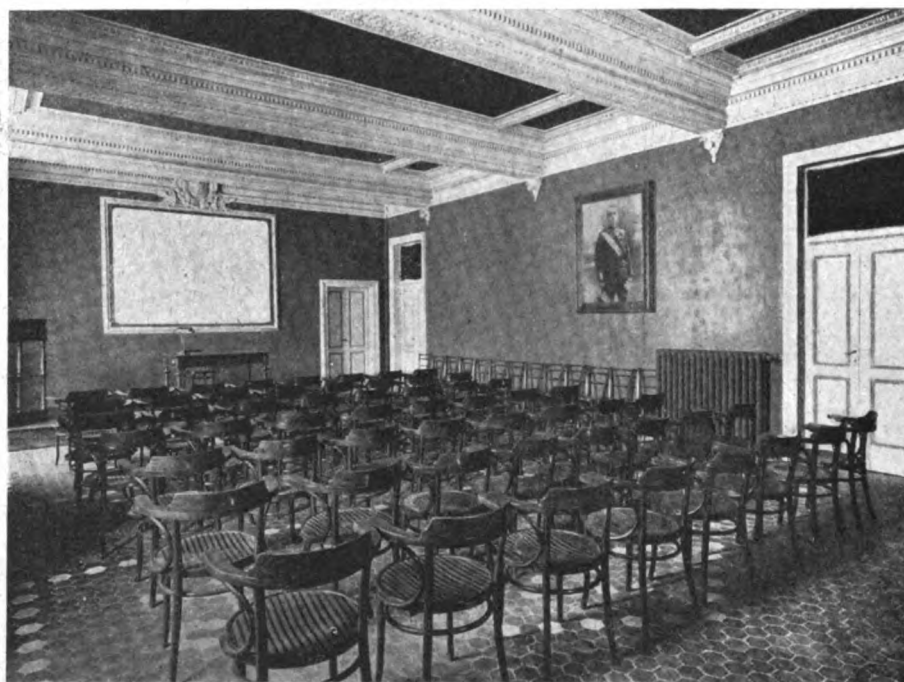



Fig. 8. — Salone per le conferenze.

Fig. 9. — Salone per le collezioni.

Fig. 10. — Biblioteca.

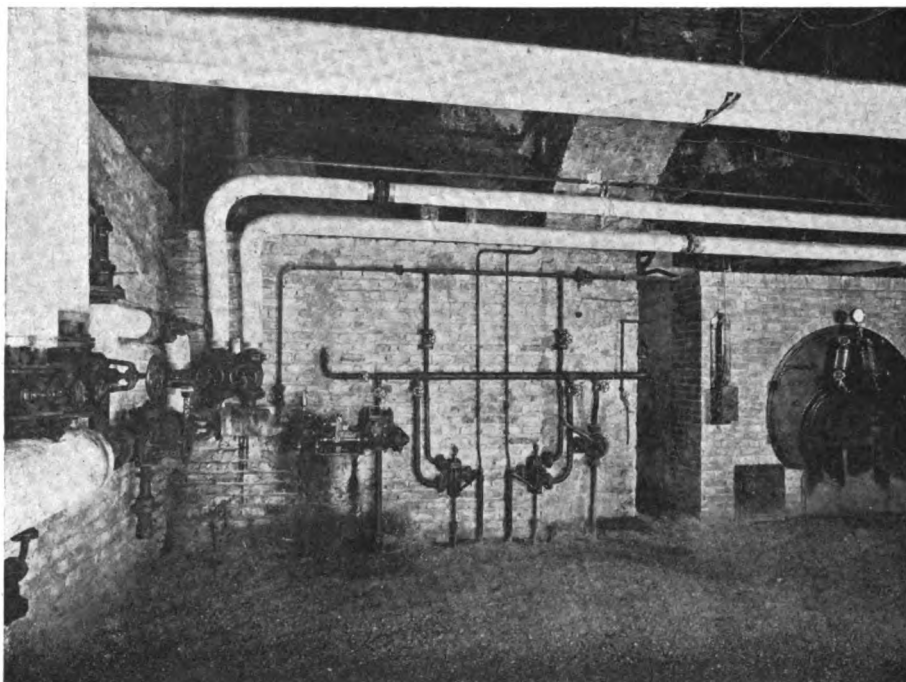



Fig. 11. — Gruppo di alimentazione per le caldaie del riscaldamento.

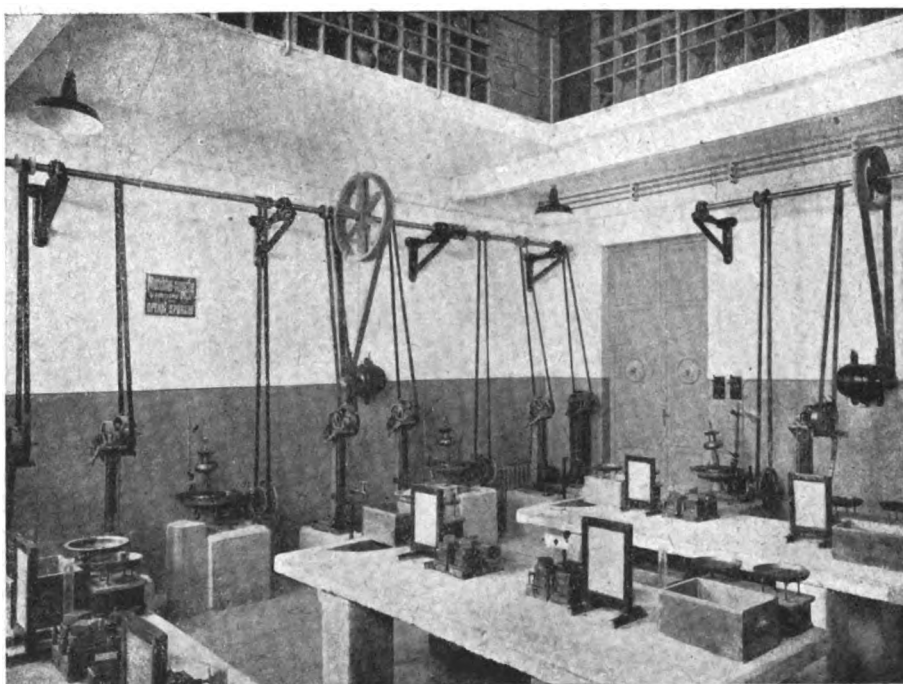



Fig. 12. — Sala di battitura pei provini di cemento.

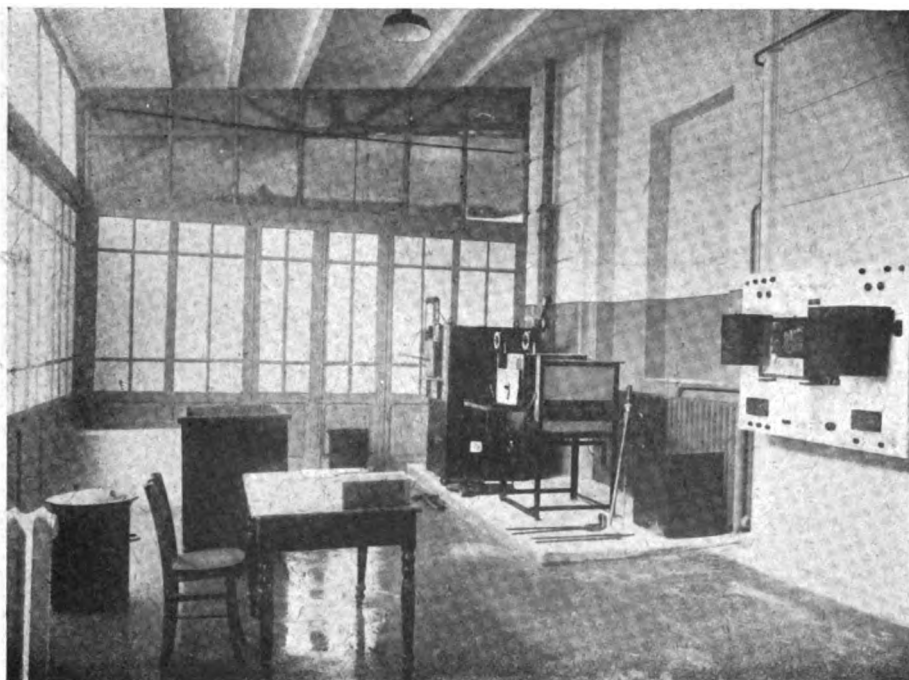



Fig. 13. — Sala per trattamenti termici e termico-meccanici dei metalli.

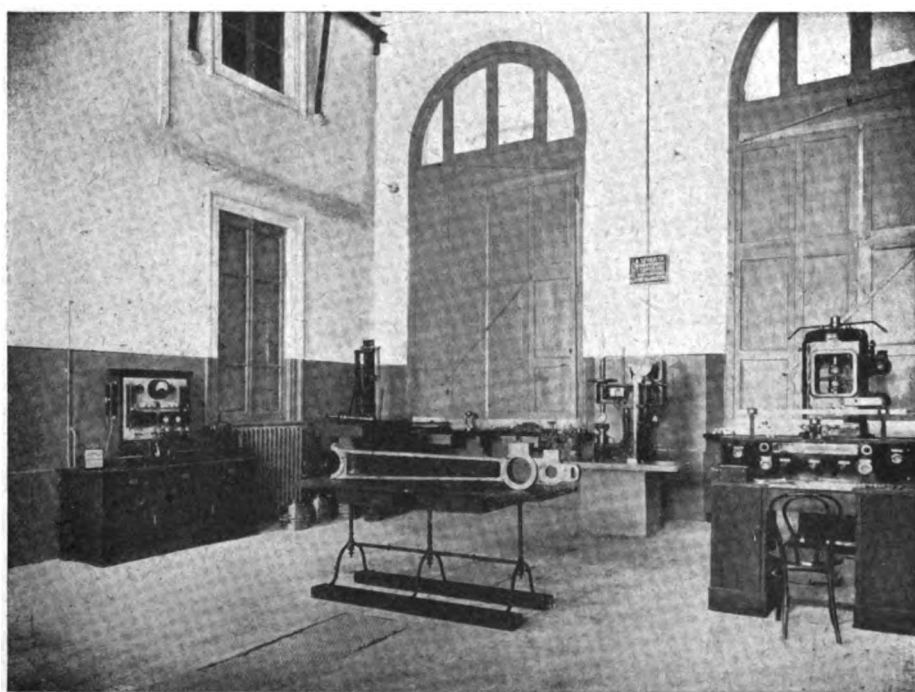



Fig. 14. — Sala per prove meccaniche sui metalli.

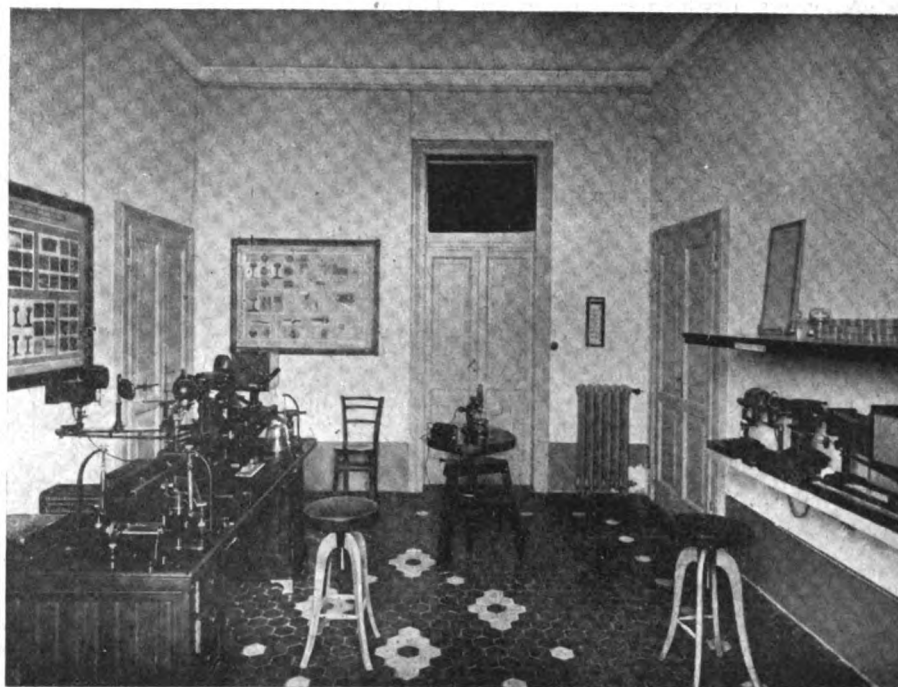



Fig. 15. — Sala di microscopia pei metalli.

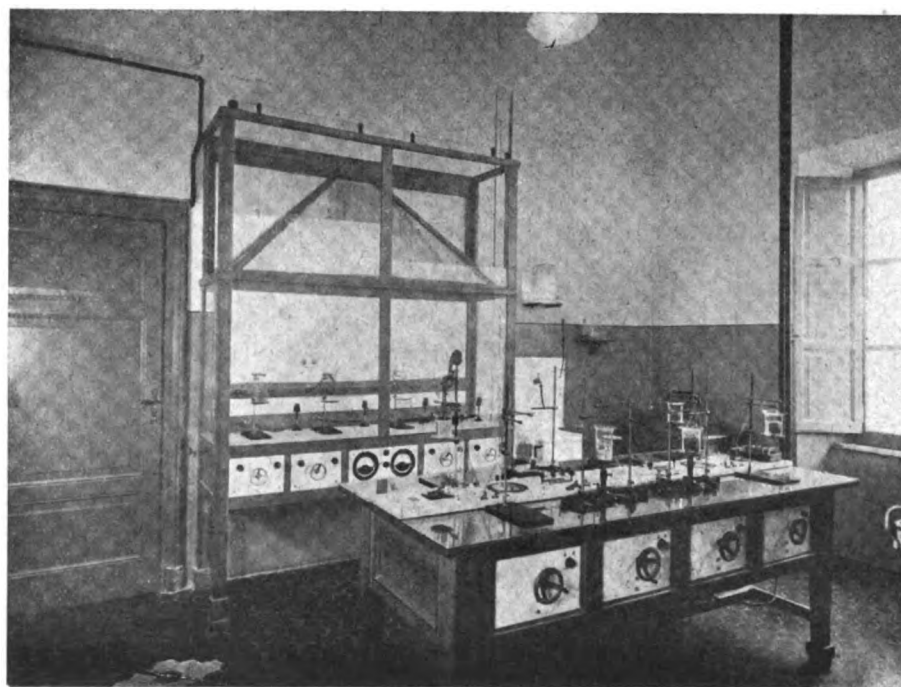



Fig. 16. — Sala per elettrolisi.

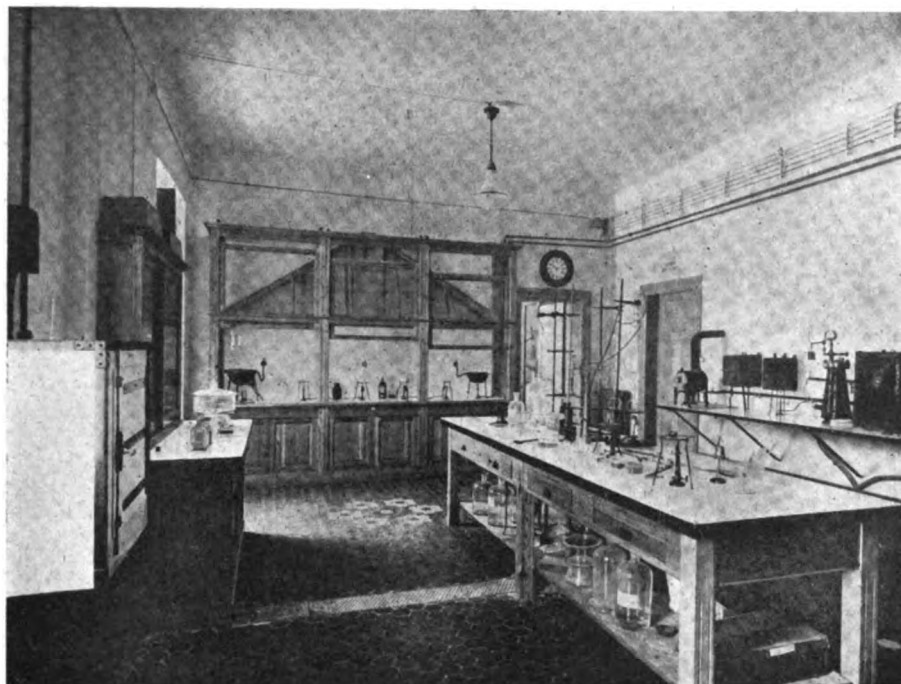



Fig. 17. — Sala per analisi varie.

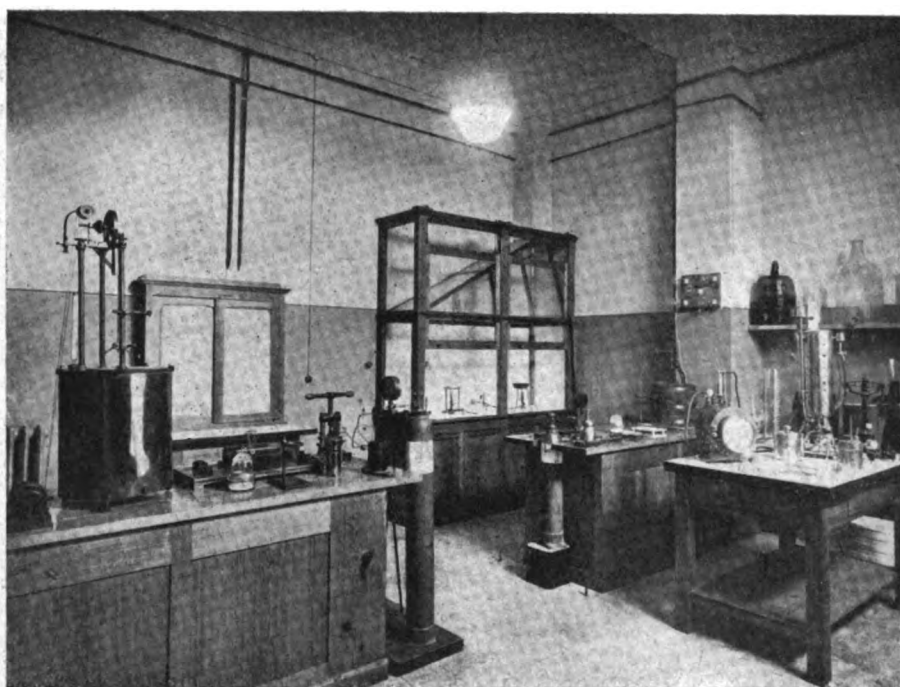



Fig. 18. — Sala per calorimetria.

Fig. 19. — Sala pei forni del laboratorio pei combustibili solidi.

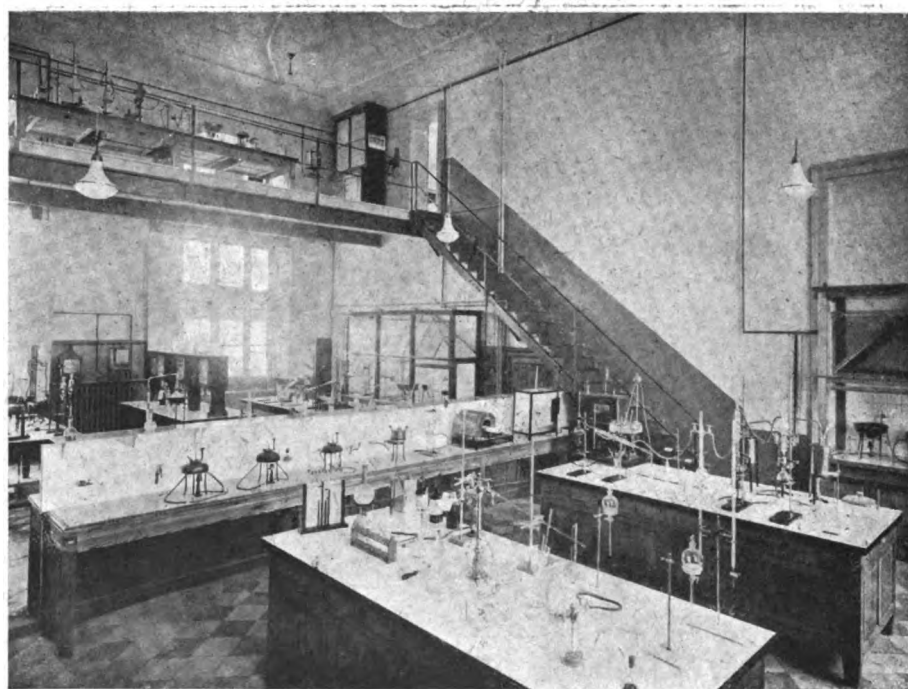



Fig. 20. — Sala per analisi di oli e petroli.

ed in parte a circolazione d'acqua passante per appositi riscaldatori a superficie alimentati da vapore.

Tutte le modificazioni indicate si sono poi attuate gradualmente secondo piani preordinati, senza quasi interrompere nè turbare il regolare andamento dei singoli laboratori.

Le riproduzioni fotografiche di alcuni ambienti, che si riportano nel testo a titolo di esempio, indicano il decoro e la comodità raggiunti: esse sono scelte da un album completo di fotografie, raccolte a cura dell'Istituto, nelle quali è riprodotta prospetticamente la disposizione data agli ambienti più caratteristici di tutti gli impianti.

La sistemazione completa dei servizi generali e dei laboratori è costata L. 834.000 per i primi e L. 806.000 pei secondi. Tale somma complessiva di L. 1.640.000 è però da considerarsi ben tenue ed ispirata a concetti di sana economia, se si considera da una parte l'assoluta necessità ed urgenza di provvedere, e se d'altra parte si paragona detta somma alla diecina di milioni che si sarebbero spesi colla prima soluzione di ripiego avvistata, con la quale, se si giungeva ad un maggior aumento di area coperta rispetto a quella ora raggiunta, ossia del 95 % invece del 68 %, non si realizzava per certo una maggiore efficienza rispetto ai bisogni riconosciuti nè una soluzione così raccolta ed ordinata.

Vi è poi anche da osservare che — ove si volesse — il fabbricato è suscettibile di ulteriore aumento nella sua superficie coperta, mercè l'estensione degli ammezzati e delle impalcature e mercè la costruzione di due piani sulle terrazze laterali, le quali ultime soltanto darebbero l'aumento di ben altri mq. 1300 di superficie coperta, elevando a mq. 5210 l'aumento complessivo pari al 91 % rispetto all'area primitiva, ossia pari alla quasi totalità dell'area richiesta nel progetto scartato.

Comunque è vero che bisogni reali immediati di nuovi locali non si risentono attualmente più; sicchè il problema imposto, salvo eventuali limitate modifiche che potrebbero rilevarsi ancora utili e che non mancano mai di presentarsi in impianti siffatti, può considerarsi, forse per la prima volta nella storia dell'Istituto e per un certo periodo, completamente e definitivamente risolto.

Tale problema però non poteva andar disgiunto dall'altro di fornire i laboratori di mezzi necessari per porli in efficienza e su questo attireremo subito l'attenzione del lettore. *(continua)*

Lo sviluppo dei raccordi ferroviari sulle grandi reti francesi.

RETI	al 1° gennaio			Differenza fra il 1914 e il 1929
	1914	1919	1929	
Stato	401	493	917	516
Midi	181	252	349	168
P. O.	339	419	621	282
P. L. M.	552	749	1061	509
Nord	1.390	1.480	1914	524
Est	534	562	757	223
Alz.-Lor. (1)	392	405	570	178
Cintura	16	21	26	10
Totale	3.805	4.411	6.215	2.410

(1) Compresa la rete Guillaume-Luxembourg.

Sistema autocompensato di linea di contatto a catenarie incrociate nella elettrificazione delle ferrovie basche

Dr. Ing. LELLO PONTECORVO

Riassunto. — L'autore, che ha elaborato il progetto e diretto la esecuzione dell'impianto della elettrificazione della rete delle Ferrovie basche in Spagna, espone le caratteristiche ed i vantaggi tecnici ed economici di un proprio sistema autocompensato di linea di contatto a sospensione longitudinale a catenarie incrociate, descrive alcuni dettagli delle costruzioni adottate ed alcuni risultati di esercizio.

Nello studio del progetto di elettrificazione della Rete delle Ferrovie Basche (Ferrocarriles Vascondados) in Spagna, che fu affidato all'autore di questa Nota, furono incontrate condizioni di tracciati e di esercizio assai difficili che obbligarono di progettare per ogni parte degli impianti fissi e mobili macchinari ed apparecchiature speciali.

Allo scopo di assicurare alla linea elettrificata la più alta capacità di traffico possibile che nella trazione a vapore aveva raggiunto la congestione si dovettero progettare tipi di trattori elettrici della massima possibile potenza e con tali caratteristiche di marcia dei motori di trazione da permettere velocità relativamente alte anche nelle forti e lunghe pendenze, ma nello stesso tempo con rodismi che permettessero la buona iscrizione ossia basse pressioni laterali sulla testa della rotaja, nelle curve strettissime di questa rete. Queste costruzioni erano necessarie per soddisfare al progettato notevole aumento delle velocità di marcia, che nella trazione a vapore era prescritta nei bassi limiti ordinariamente adottati in relazione alle gravi difficoltà del tracciato e del profilo longitudinale.

Nel campo delle condutture di contatto, allo stesso scopo di garantire la più alta possibile capacità di traffico futuro era stato necessario prevedere notevoli quantità di rame, con che gli sforzi dovuti alle curve di piccolissimo raggio risultavano così considerevoli che le costruzioni normali di sospensioni, poligonazioni, morsetterie ecc. o non potevano trovarvi alcun impiego oppure non offrivano quell'alto grado di sicurezza che, in una linea di così difficile tracciato ed intenso traffico, si doveva esigere. Così la necessità si è imposta di progettare un sistema elettromeccanico di apparecchiatura aerea accuratamente calcolato e adatto per il caso speciale.

Queste speciali circostanze hanno suggerito anche la opportunità di studiare la eliminazione, nei sistemi noti di catenaria, delle speciali funi portanti. È così risultato un sistema longitudinale di conduttori successivamente portanti e di contatto che presenta notevoli vantaggi tecnici ed economici rispetto agli altri sistemi longitudinali conosciuti.

Scopo di questa nota è quello di descrivere questo sistema ora che da circa due anni di applicazione sulla rete Vascongados ha dimostrato di mantenere pienamente le speranze formulate durante la sua elaborazione, integrando questa descrizione con brevi cenni sulla intera apparecchiatura aerea speciale impiegata nella rete suddetta.

I. – Il sistema autocompensato

La stampa tecnica straniera si è già occupata di questo nuovo sistema italiano, ma è la prima volta che chi scrive ha l'onore di esporre il risultato di questi studi ed applicazioni al consesso autorevole dei colleghi italiani. Siccome però la esposizione, in specie della parte teorica del meccanismo delle catenarie incrociate o sfasate, e del loro funzio-

namento sotto le variazioni di temperatura, come anche la descrizione ed il calcolo delle apparecchiature aeree richiederebbero uno sviluppo notevole, così limiteremo questo rapporto alla esposizione, la più rapida possibile, delle caratteristiche costruttive di questo nuovo sistema aggiungendo qualche breve cenno sui risultati conseguiti durante il trascorso esercizio. Nella seconda parte tratteremo anche assai succintamente delle principali costruzioni delle apparecchiature speciali usate mentre che per più ampie informazioni che possano interessare gli specialisti rimandiamo alla nostra pubblicazione « La linea de contacto de los Ferrocarriles Vascongados » pubblicata nel 1929 dagli *Anales de la Asociacion de Ingenieros del Istituto Catòlico de Artes e Industrias* a Madrid, come anche all'opuscolo: A. CAPPELLONI « Sopra il calcolo della catenaria autocompensata » (*Politecnico* 1930, n. 4).

Si deve rilevare innanzi tutto che le linee Vascongados elettrificate che comprendono la Bilbao-S. Sebastian, la Màlzaga-Zumàrraga ed altre minori diramazioni costituiscono le arterie principali di un gruppo ferroviario di linee statali e private con scartamento di un metro e con uno sviluppo che, nella sola regione considerata, è di 700 km.

È forse ozioso rilevare che lo scartamento ridotto non ha facilitato la soluzione del problema della linea aerea. La applicazione del nuovo sistema fatta su linee di un metro di scartamento ha servito a dimostrare che esso non ha dato luogo ad inconvenienti ad onta dello scartamento ridotto che coinvolge la presenza di curve assai ristrette con conseguenti sforzi nelle poligonazioni del tutto sconosciuti negli scartamenti normali.

Le esigenze principali alle quali doveva soddisfare la linea di contatto erano le seguenti:

1) Quantità totale di rame necessaria per ottener la massima capacità della linea a semplice binario, rappresentante un aumento del 125 per cento rispetto alla capacità nella trazione a vapore: 514 mmq. Se ne sono applicati 300 mmq., che è la quantità necessaria durante i prossimi anni, sulla struttura portante e di contatto riservando a due futuri *feeders* da 107 mmq. ciascuno, da montarsi sulla stessa palificazione già predisposta per tale carico, di completare la dotazione totale prevista.

2) Curve minime di 100 metri di raggio sulla linea principale Bilbao-S. Sebastian in quantità notevoli, con due curve eccezionali di 90 e 80 metri di raggio. A molte di queste curve seguono controcurve con rettifili intermedi di lunghezze inferiori talvolta alle lunghezze di treni viaggiatori

3) Curve minime di 60 metri di raggio ed in quantità assai notevoli sulla importante diramazione di Màlzaga-Zumàrraga. È questa una tipica linea di montagna con assai tortuoso tracciato e parecchie lunghe gallerie.

4) Pendenze massime del 28 per mille nella linea principale e del 26 per mille nella diramazione menzionata, con rampe di 22-23 per mille della lunghezza di 4-5 kilometri. Curve minime e pendenze massime sono sempre coincidenti.

5) Scarto totale di temperatura constatato dalle statistiche degli ultimi 44 anni, di 53° C (— 10° e + 43°). Velocità assunta pel vento 120 km.-ora. I venti più violenti che provengono dall'Atlantico si hanno anche d'inverno. La neve è poca e rara. Mancando dati, si è assunto un carico di ghiaccio uguale ad un quarto del peso proprio del conduttore e una pressione contemporanea di vento di 30 kg. per metro quadrato sulla sezione del conduttore con un fattore di riduzione per la sezione circolare del filo uguale a 0,6.

6) Corrente continua a 1750 volt.

Nello studio del tipo di costruzione della struttura aerea si dovevano inoltre conciliare diverse altre esigenze. Si desiderava infatti che la condottura di contatto propriamente detta fosse composta di due fili con lo scopo di offrire doppia presa di corrente all'archetto e che il diametro dei fili stessi non risultasse minore di un centimetro circa mentre che il conduttore o i conduttori portanti dovevano avere una sezione sufficiente per sopportare il peso di quelli di contatto. Come si è detto, si desiderava evitare le funi portanti in acciaio o in bronzo a bassa conducibilità per conseguire economie. Una regolazione automatica

Fig. 1. – Sospensione longitudinale con catenaria ordinaria.

Fig. 2. – Sospensione longitudinale americana e del primo impianto del Gottardo.

per gli allungamenti od accorciamenti dovuti alle variazioni di temperatura era altamente desiderata, ma si dovevano evitare i tenditori a peso, della linea di contatto, il cui buon funzionamento era ritenuto impossibile in una linea a svolte e risvolte continue e assai ristrette, a meno di collocarne un numero tale da gravare in modo proibitivo sul costo della linea.

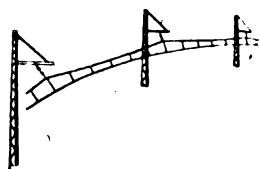



Fig. 3. – Sospensione longitudinale tipo Chemins de Fer du Midi.

Nessuno dei sistemi principali noti, fig. 1-2-3, presentava tutte le qualità desiderate e fu quindi necessario studiare e realizzare un sistema che, mentre soddisfacesse a tutte le esigenze poste a base del problema, offrisse per la sua semplicità sufficienti garanzie di buona riuscita. Ciò era tanto più necessario in quanto che la Compagnia proprietaria della rete da elettrificare lasciava al Consulente progettista completa responsabilità sia tecnica che economica limitando in anticipo, e con garanzia, il costo dell'impianto.

Sulle basi esposte è risultata la seguente costruzione del sistema longitudinale autocompensato a catenarie incrociate.

Nel suo dispositivo teorico il sistema è formato da due catenarie *a*, *b*, ciascuna delle quali ha una lunghezza uguale a due campate (fig. 4), le due catenarie essendo sfasate fra

Fig. 4. – Sistema teorico di due catenarie sfasate o incrociate.

di loro di una campata. La catenaria *a*, ha i suoi punti di sospensione in *c*, e la catenaria *b* in *d*. Ora, se i ventri di una catenaria vengono appesi per mezzo di pendini di lunghezza conveniente ai rami dell'altra catenaria che convergono verso i nodi o punti di sospensione, si ottiene come filo di contatto un conduttore formato alternativamente di tratti delle due catenarie e che, per una determinata temperatura, risulta perfettamente orizzontale o parallelo al binario se gli appoggi sono posti alla giusta altezza ed il numero di pendini è teoricamente infinito. Conseguentemente ogni sistema di catenaria compreso tra due

campate è composto per una quarta parte di conduttore portante o di sostegno che sopporta il peso della seconda catenaria, per una metà, quella media, a massima flessibilità, di conduttore di contatto pendente dalla seconda catenaria e finalmente per un'altra quarta parte di conduttore di sostegno della seconda catenaria.

I fili sono identici per le due catenarie come sezione e come materiale, ambedue le catenarie sono quindi conduttrici. In questo sistema di due catenarie uguali ognuna di esse può essere composta di uno o di più fili, praticamente, per i casi ordinari di non più di due. Nella applicazione fatta alla rete delle ferrovie Vascongados entrambi i due dispositivi sono stati impiegati e cioè il tipo ad un filo per ciascuna catenaria, e quindi due in totale, applicato su una diramazione secondaria pianeggiante e con poco traffico, ed il tipo di due fili in parallelo per ciascuna catenaria ed in totale quindi 4 fili per le altre linee assai importanti dove possono essere captate molte centinaia di ampère. La sezione di ciascuno dei fili tutti uguali è stata scelta di 75 mmq. ottenendosi così nel primo caso 150 e nel secondo 300 mmq. di rame. Il filo è sagomato ed ha un diametro di 10,4 mm. (fig. 5). È sotto la influenza delle variazioni di temperatura che il sistema si comporta in modo radicalmente diverso dagli altri sistemi noti. È chiaro che dette variazioni agiscono in modo uniforme su tutti i fili che sono uguali di sezione e di materiale, ed uniformi riusciranno quindi gli allungamenti e gli accorciamenti. Segue che le parti dei conduttori che vengono a formare la linea di contatto si alzano o si abbassano in modo uniforme ossia la linea di contatto si sposta tutta, con grandissima approssimazione, verticalmente. Meccanicamente filo di contatto e filo portante si equilibrano nel loro comportamento reciproco, ed è appunto questo equilibrio che in ciascun istante si stabilisce tra conduttori portati e portanti che rende superfluo qualsiasi tenditore. Come dato di fatto nelle ferrovie Vascongados non fu previsto neanche un solo tenditore, nè ancoraggi intermedi ed anche sulla linea più lunga della rete, che è di 110 kilometri, l'esperienza ha dimostrato non essere necessari in nessun modo i tenditori intermedi nè gli ancoraggi; infatti la intera linea nominata non è ancorata che alle due stazioni terminali.

FIG. 5. – Sezione del filo di contatto.

Nelle stazioni il sistema di 2 + 2 fili giungendo allo scambio di entrata si divide in due sistemi uguali ciascuno di 1 + 1 filo che percorrono i due binari principali della stazione per tornare a formare il sistema 2 + 2 dopo lo scambio di uscita della stazione. Gli altri binari secondari delle stazioni, per essere sufficiente l'equipaggiamento di un solo filo di contatto di 75 mmq. di sezione, dato che le stazioni sono in orizzontale e sono percorse a minori velocità, sono equipaggiate con un filo di contatto e fune portante di acciaio e pendini distanziati di 6 metri.

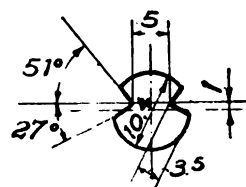
Dobbiamo rilevare, per amore di esattezza, che non si possono chiamare catenarie nel preciso significato geometrico le particolari linee miste formate dai fili tra due sostegni, in parte sospese ed in parte portanti. Esse nella forma teorica, giacchè in pratica come vedremo sono ancor maggiormente deformate, constano di due archi estremi di una curva parabolica o simile prodotta da un conduttore di peso doppio giacchè porta oltre al proprio anche il peso del conduttore pendente, i due archi suddetti essendo riuniti da un filo che trasmette la tensione meccanica ma di peso zero per essere sospeso ad altro conduttore (fig. 6). Ma anche queste particolari forme miste di curve e rette nel passaggio da un numero infinito ad un numero finito ed assai ridotto di pendini subiscono tali deformazioni

che la catenaria originale diventa una spezzata formata da curve di tipo più o meno parabolico ma con piccolissima invisibile freccia. Ciò premesso e considerando che teoricamente in tutti i sistemi di linee aeree è inesatto chiamare catenaria la forma della conduttura di sospensione, ma che questa espressione è impiegata sopratutto per la sua inconfondibile attribuzione, seguiteremo a chiamare catenarie i due sistemi incrociati che costituiscono la nostra linea di contatto. Ci sia dunque permesso di chiamare sistema di linea di contatto autocompensata a catenarie incrociate o sfasate, questa struttura essendo formata, in teoria, da due catenarie collegate tra loro in modo tale che le deformazioni uniformi prodotte dalle variazioni di temperatura producono spostamenti verticali dell'intero sistema per i quali la parte del sistema che funziona da linea di contatto rimane praticamente parallela alla via ferrea.

FIG. 6. – Forma teorica di una catenaria.

Se passiamo dalla forma teorica del sistema alla applicazione pratica, incontriamo una proprietà particolare del sistema stesso nella limitata quantità di pendini che risultano necessari pel sostegno della parte della catenaria che forma il filo di contatto. Nei sistemi ordinari di catenaria è opportuno mantenere i pendini a distanza all'incirca di 6-8 metri, la tensione meccanica essendo piuttosto bassa. Nel sistema autocompensato sono sufficienti 4 pendini per ciascuna campata anche per quelle della lunghezza di 60-70 metri. La ragione sta in ciò che nella parte centrale della campata, cioè nell'incrocio dei due sistemi di catenarie, il filo $m\ o\ b$ di un sistema di catenaria è sostenuto

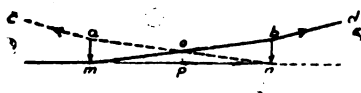



FIG. 7. – Schema di parte centrale di una campata.

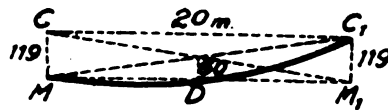



FIG. 8. – Parte centrale di una campata.

in m per mezzo del pendino $a\ m$ (fig. 7) ed in b dalla componente della tensione trasmessa dalla catenaria montante $m\ o\ b\ d$. Ora i due punti di sostegno m, b possono stare abbastanza lontani fra loro perchè il filo $m\ b$ formerà fra questi due punti una catenaria propria la cui freccia, per una certa distanza massima $m\ b$, nelle condizioni di temperatura più sfavorevoli cade all'iucirca nel punto p. Ad esempio per le condizioni adottate di temperature massime, di tensioni e di pesi di fili dell'impianto Vascongados menzionato, la freccia massima della catenaria $M\ D\ C_1$ (fig. 8) che, trascurando la minima differenza dell'altezza degli appoggi, cade praticamente sulla verticale in D non sporge che di un millimetro dalla orizzontale $M M_1$ per una distanza tra questi due punti di ben 20 metri. Segue che, tolti ad una campata di 60 metri i 20 metri della parte centrale non restano che 20 metri per parte da sostenere (ed anche meno se in corrispondenza della sospensione esiste un braccio di ritenuta) così che collocando un pendino ai due terzi di ciascun tronco si ha una distribuzione uniforme dei pendini. In considerazione anche delle tensioni che in questo sistema si possono impiegare non si producono freccie comunque fastidiose nei tratti così risultanti di fili sospesi alla distanza di 13,3 metri. Risultano così necessari 4 pendini contro 8-10 pendini necessari in altri sistemi.

Questo così limitato numero di pendini trasforma la primitiva parabola funicolare teorica come anche la stessa curva teorica della fig. 6 nella spezzata poligonale formata da

catenarie con freccie minime impercettibili, avente non più di 6 tronchi per ogni campata e per ogni sistema di fili (fig. 9). Il carico dovuto al filo di contatto resta concentrato nei punti di sospensione dei pendini, quello dovuto al peso proprio del filo portante in parte appoggia sulle sospensioni in parte è uniformemente distribuito.

Naturalmente sul filo di contatto si formano piccole catenarie nelle piccole campate tra due pendini, ma anche con le massime temperature, per le tensioni impiegate risultano freccie praticamente trascurabili. Va notato che nella fig. 9 la scala delle ordinate è 10 volte maggiore che quella delle ascisse. Questo argomento delle ondulazioni del filo di contatto è stato oggetto di speciale attenzione sia nella compilazione del progetto che nell'esame dei risultati pratici. L'apparecchio di presa di corrente è soggetto a continue oscillazioni verticali dovute a moltissime cause diverse. Vi sono le differenze di livello talvolta grandi del filo di contatto e quelle minime, dovute alle piccole pancie delle piccole catenarie, le differenze di livello del binario nei giunti ed altrove esaltate poi dalla azione delle molle dei trattori e complicate dalle azioni delle molle in curva specialmente quando si tratti di sopraelevazioni di binario che raggiungono i 140-150 mm., vi è infine il vento, in specie se a raffiche violenti.

FIG. 9. – Spezzata di catenaria e pendini.

Ora parte di queste oscillazioni verticali in un apparecchio di presa di corrente, anche se di media sensibilità, sono completamente smorzate o compensate dalla azione propria della piccola massa del pattino dovuta a molle o al dispositivo di rotazione intorno ad un asse trasversale alla via mentre che per i grandi spostamenti verticali interviene il pantografo stesso col proprio sistema di molle alla base. Ora, per quanto ci consta, non è in uso corrente nella pratica una misura di questa sensibilità dell'apparecchio di presa di corrente. Sembra a noi che sarebbe utile definirla e misurarla, il che a sua volta permetterebbe di fissare i limiti delle differenze di livello o meglio delle inclinazioni ammissibili nelle linee di contatto, per le quali esiste una forma di constatazione perfetta che è lo scintillìo. A queste investigazioni, alle quali sarebbe desiderabile contribuissero con accurate ricerche gli esercenti dei servizi di trazione elettrica, apportiamo il contributo assai modesto di qualche osservazione pratica. È noto che da un solo contatto la corrente massima che si può captare si aggira intorno ai 600 ampere, sempre ammesso che la pressione dell'archetto sia sufficiente. Supposto quindi che la corrente da captare con un solo contatto si mantenga in quei limiti, sembra che si possa ammettere che la presa di corrente si effettuerà in buone condizioni cioè senza scintillìo sempre che i dislivelli nella linea di contatto che l'archetto è chiamato a superare si svolgano in un tempo ed in uno spazio compatibili con la tensione delle molle, con la massa da accelerare della parte mobile verticalmente dell'apparecchio di presa di corrente e con gli attriti da vincere. È anche evidente che solamente il passaggio da un punto più basso della linea aerea ad un punto più alto, cioè da un ventre ad un nodo o cuspide delle ondulazioni del filo di contatto, possa produrre il momentaneo distacco dell'archetto e quindi lo scintillìo perchè nel caso di un abbassamento del filo di contatto la pressione dell'archetto deve aumentare ed il contatto migliorare. Il risultato delle nostre osservazioni su pantografi esercitanti una pressione

di 5-6 kg. sul filo di contatto è che ad una velocità massima di 25 m.-sec. il contatto si mantiene buono cioè senza scintillìo se la rampa o dislivello che l'archetto deve superare sia dell'ordine di grandezza di 10-12 per mille. Ciò corrisponde per la rampa del 10 per mille ad una velocità di sollevamento dell'archetto di 25 e, per la rampa del 12 per mille, di 30 cm.-sec.

Esaminato il nostro sistema di linea di contatto sotto questo aspetto, è risultato che alla temperatura massima, che è quella alla quale si producono le massime rampe del filo di contatto nelle piccole catenarie tra pendino e pendino, nelle varie campate di 60, 50, 40 metri la rampa massima, nelle condizioni più sfavorevoli, ha oscillato entro il 3. ed il 10 per mille. Le campate di 30 metri sono usate in galleria dove, a causa della temperatura assai meno variabile, le rampe massime sono naturalmente assai minori. Il passaggio

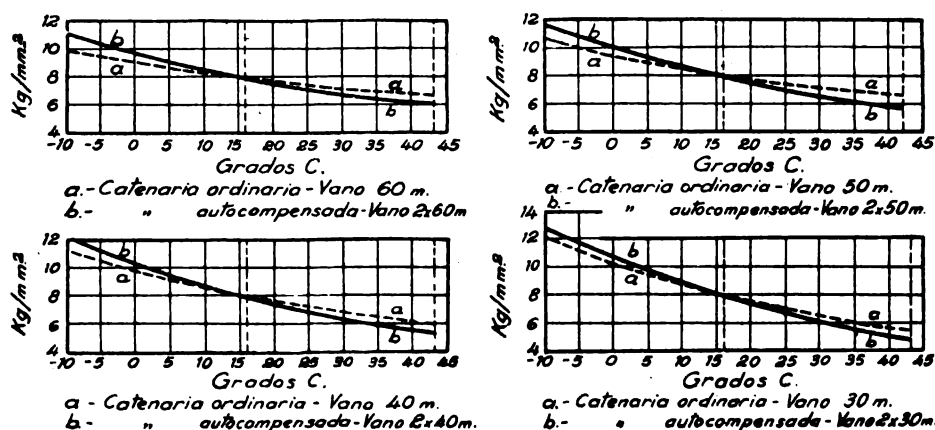



FIG. 10. – Diagramma delle tensioni e temperature delle catenarie ordinarie ed autocompensate.

da un filo in galleria ad un filo in linea aperta si effettua con una inclinazione dal 10 per mille che anche alla velocità di 25 m.-sec. non accusa scintillìo.

L'esperienza ha così dimostrato che il limitato numero di pendini è compatibile nella costruzione descritta con un eccellente livellamento della linea di contatto ed una perfetta captazione di corrente. Si può quindi affermare che il filo di contatto rimanga praticamente parallelo al piano del ferro per tutte le temperature.

Principalmente per comodità di montaggio si sono adottate come si è accennato i quattro tipi di campate da 60 a 30 metri, ma naturalmente qualunque lunghezza intermedia può essere scelta, se necessario.

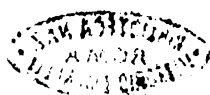
Si deve osservare, riferendosi alle catenarie teoriche autocompensate che sebbene in ciascuna campata l'aspetto dell'insieme delle due catenarie incrociate sia assai simile a quello di una catenaria normale di lunghezza, tensione di base, e peso del filo uguali, pure la variazione della tensione in funzione della temperatura è alquanto distinta da quella di una catenaria ordinaria così che questa combinazione di due sistemi funicolari assume una fisionomia anche teorica propria. La figura 10 contiene i diagrammi comparativi della variazione delle tensioni per le varie campate nel sistema autocompensato teorico e nella catenaria ordinaria teorica equivalente. La tensione base è di 8 kg.-mmq. per entrambe. Tra le investigazioni teoriche confermate poi dalla pratica alle quali il sistema è stato sottoposto si vuole citare quella relativa alla ipotesi di un caso estremo rappresentato dal succedersi di una campata massima di 60 con una minima di 30 metri,

nelle quali naturalmente gli sforzi alla stessa temperatura sono diversi. I conduttori di sostegno essendo fissati nel loro punto di sospensione si devono verificare sulla mensola intermedia di appoggio, differenze di tensione nell'uno o nell'altro senso a seconda delle temperature. È risultato che il massimo effetto si ha pel massimo caldo nel quale la mensola subisce una deviazione angolare di 0° 15' verso la campata maggiore. È questo un valore del tutto trascurabile anche senza tener conto della elasticità del materiale mentre d'altra parte si può sempre passare da una campata di 60 m. a quella di 30 attraverso una delle campate intermedie di 50 o 40 m.

Fig. 11. – Applicazione di giunti, attacchi di *feeders*, tenditori, ecc.

La lunghezza dei pendini delle campate-tipo dipende dalla temperatura o dalla tensione che si sceglie per base. Considerazioni costruttive e metereologiche consigliano la adozione di una base di temperatura prossima al 30% della intera gamma delle temperature il che influisce favorevolmente sulla lunghezza dei pendini. Ma oltre a ciò il sistema permette ridurre artificialmente in modo sensibile la freccia in corrispondenza della sospensione. È così possibile ridurre senza alcun inconveniente, entro certi limiti, la lunghezza del pendino più lungo che è quello più prossimo alla sospensione, agendo così direttamente sulla altezza della freccia in corrispondenza della sospensione. Si ottiene in tal modo

una apprezzabile economia nel costo della sospensione e, per concatenazione, in quello del palo di sostegno. Naturalmente al centro della campata la freccia naturale del sistema delle catenarie autocompensate non subisce mutazioni ma ciò non fa che dare al filo di contatto leggere rampe dal centro verso le due sospensioni della campata dell'ordine di grandezza di quelle considerate come innocenti agli effetti della buona marcia del pantografo, e che sono dello stesso ordine di grandezza delle disuguaglianze della via e dell'effetto delle molle del veicolo.

Tra gli altri vantaggi del sistema si può annoverare quello che i giunti dei fili, attacchi dei punti di alimentazione, applicazioni di eventuali apparecchi di misura o di re-

golazione, possono essere applicati presso la sospensione nella parte portante delle catenarie invece che sul filo di contatto come invece è necessario fare negli altri sistemi (figura 11). Si evitano così numerosi punti duri sul filo di contatto che sono sempre, contemporaneamente, punti di maggior consumo.

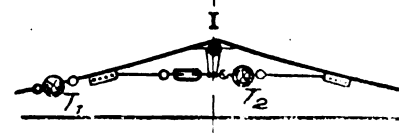
Altra caratteristica del sistema che ha avuto sanzione da esperienze pratiche è che, nel caso di due fili in parallelo per ciascuna catenaria, se un solo filo si rompe non si ha nessuna deformazione meccanica dell'intero sistema. Se si rompono tutti e due i fili di una stessa catenaria non viene alterata la tensione meccanica dell'altra catenaria la quale per mezzo dei pendini trattiene anzi la catenaria rotta dalla caduta al suolo.

Fig. 12. – Misura in derivazione della tensione di un filo.

Questa possibilità di operare su una delle catenarie senza toccare o deformare il filo di contatto e, nel caso di catenarie a due fili ciascuna, di operare anzi su un solo filo senza modificare affatto le tensioni degli altri tre ci ha suggerito un metodo di cui non abbiamo trovato finora menzione altrove, per la misura della tensione meccanica di un filo teso senza tagliarlo. Questo metodo consiste nell'applicare in derivazione su uno dei fili della catenaria portante un dinamometro ed un tenditore in serie fra loro (fig. 12). Operando sul tenditore si trasmette alla derivazione formata dal tenditore e dal dinamometro una tensione progressivamente crescente i cui valori sono proporzionali linearmente all'accorciamento prodotto dal tenditore e ciò finchè la derivazione abbia assunto tutta la tensione del filo la quale, nel tratto in questione. viene ridotta a zero.

Se a questo punto si seguita ad agire sul tenditore, la tensione seguiterà a crescere ma questa legge di variazione della tensione del filo in funzione dell'accorciamento sarà diversa dalla precedente. Tracciando le due linee che rappresentano le due leggi di variazione della tensione e la linea curva di raccordo tra le due, è nel punto di tangenza della prima linea che è retta, con detta corta curva dove giace il valore della tensione che si voleva misurare (fig. 13). Per la misura dell'accorciamento si può contare il numero di giri di vite del dinamometro ammettendo che il passo della vite sia uniforme. Se questo metodo dovesse servire per analoghe misure ma di grandissima precisione, il dinamometro può essere sostituito da altri tipi di apparecchi meccanici od idraulici di più perfetta regolazione, ma l'esperienza ha dimostrato che con un buon dinamometro ordinario del commercio per i conduttori di rame delle ordinarie linee aeree l'errore massimo può raggiungere il 2 % cioè un valore insignificante per questo genere di misure.

Fig. 13. – Diagramma della misura di tensione.

Ad evitare il tracciamento del diagramma abbiamo costruito un Tesametro, cioè una combinazione di un dinamometro ed un tenditore fornito di due lancette, una che indica lo spazio percorso dal tenditore e l'altra lo sforzo di tensione. Esse marciano congiunte finchè si giunga alla tensione iniziale propria del filo da misurare ma principiano a

divergere non appena questo valore iniziale venga oltrepassato, il che avviene perchè al punto menzionato la elasticità del filo da misurare entra in gioco (fig. 14). L'apparecchio è assai robusto e leggero. Il metodo di misura è risultato rapido ed esatto. Il controllo delle tensioni ha maggiore importanza di quella che generalmente non venga accordata. Secondo la nostra esperienza molti tra i montatori di linee aeree sopratutto nella revisione stagionale delle linee non amano impiegare strumenti di misura delle tensioni che, del resto, non sono sempre comodi, e frequentemente giudicano le stesse in base alla loro esperienza personale o, indirettamente, dalle freccie. Ciò può dare luogo ad errori considerevoli e succede frequentemente che, al sopraggiungere di basse temperature un po' fuori dell'ordinario, rotture di isolatori o varie deformazioni improvvise accusino il difetto ma, naturalmente, in ritardo.

La vita dei conduttori, nel sistema autocompensato, è più lunga che negli altri sistemi perchè quando il filo di contatto abbia raggiunto un consumo che ne consiglia il ricambio basta invertire tra loro la posizione delle due catenarie per ottenere un filo di

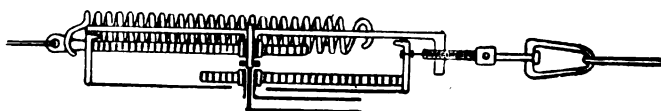



FIG. 14. – Tesametro.

contatto completamente nuovo. Così, ammettendo nei sistemi di catenaria ordinaria che il consumo del filo di contatto, misurato secondo il diametro verticale del filo, abbia raggiunto il 20 % di detto diametro, al quale corrisponde una diminuzione di sezione approssimata del 15 % e che, sia in vista dell'aumento di resistenza elettrica, che per il pericolo che l'archetto vada a toccare le estremità inferiori delle ganasce dei morsetti dei fili, si ritenga giunto il momento di dover sostituire il filo consumato con un filo nuovo ed ammettendo infine che questo consumo si ottenga dopo 400.000 passaggi di pantografo, si potrà invece, nel caso del sistema autocompensato migliorare tutte le condizioni eseguendo detta sostituzione dopo soltanto 300.000 passaggi di pantografo, invertendo tra loro come si è detto le due catenarie. La riduzione della sezione del filo di contatto per 300.000 passaggi di pantografo sarà solamente dell'11 % e la vita totale dei conduttori portanti e portati sarà uguale a 2 × 300.000 così che il rapporto tra l'uno e l'altro caso sarà di 600.000 a 400.000 ossia la vita sarà prolungata di una metà almeno rispetto al sistema ordinario di catenaria. Oltre a ciò il complesso dei fili usati da rivendere sarà consumato dell'11 invece che del 15 %. Dal punto di vista meccanico, tale riduzione dell'11 % della sezione del filo che diventa portante è ammissibile senza preoccupazione perchè anche per la sollecitazione massima di 11-12 kg.-mmq. di tensione e più che il sistema autocompensato ammette facilmente, è ammissibile l'aumento di tensione menzionato prodotto dalla diminuzione di sezione, per restare ancora tali sollecitazioni assai lontane da quelle producenti deformazioni permanenti, trattandosi di un materiale pel quale è facile conseguire un valore di resistenza alla rottura di 38-40 kg.-mmq. come è ad esempio il filo usato nella istallazione citata delle ferrovie Vascongados.

Il sistema autocompensato può impiegarsi promiscuamente con il sistema di catenaria ordinaria senza necessità di ancoraggi o giunti speciali, il che, in certi casi può es-

sere utile (fig. 15). Anche una sola campata di catenaria ordinaria può essere inserita in una serie di campate di catenarie autocompensate il che può trovare speciali applicazioni come ad esempio per sostenere per mezzo di pendini gli scambi di un sistema trifase. In quanto ai risultati di esercizio della applicazione del sistema si osserva che esso è in esercizio da circa due anni sulla nominata rete delle Ferrovie Vascongados dove ha avuto l'opportunità di superare le prove più ardue, quelle cioè delle temperature limiti. Per un caso estremamente raro che secondo le statistiche esistenti che abbracciano un periodo di 44 anni non si era mai avverato, in uno stesso periodo di 7 mesi (luglio-febbraio) si sono registrate le temperature estreme di + 42° e di — 9° C, assai prossime a quelle massime assolute che, secondo le citate statistiche, si erano presentate una sola volta durante gli ultimi 44 anni, ma in annate diverse, e che erano di + 43° e di — 10° C. Sebbene ciò avvenisse subito nel primo anno di esercizio quando il montaggio era appena terminato pure non si ebbe a constatare danno di qualsiasi sorta. Nè, da allora, è stato necessario apportare alcuna modificazione o adattamento al sistema ad onta che questa applicazione, per essere fatta nelle più difficili condizioni immaginabili di tracciato, abbia dovuto adattarsi alle eccezionali tensioni meccaniche dovute alle curve minime di 60 m. di raggio. Per la particolarità del sistema che l'equilibrio delle tensioni si stabilisce tra le varie sue parti, ad ogni istante, si possono adottare tensioni più alte che in altri sistemi con che il filo resta sempre meglio teso anche sotto le più alte temperature con vantaggio di minori freccie e riduzione sensibile delle oscillazioni trasversali del filo di contatto.

Fig. 15. – Passaggio da catenarie autocompensate a catenarie ordinarie e viceversa.

Fig. 16. – Consumi dei fili di contatto.
Migliaia di passaggi di pantografo.

AB 107,2 mmq.		Chicago-Milwaukee, St. Paul & Pennsylvania R. R.
» »	»	Illinois Central R. R.
» »	»	New-York, New Haven & Hartford R. R.
EF 85	»	Illinois Central R. R.
EG »	»	Pennsylvania R. R.
HL 75	»	Ferrocarriles Vascongados.

L'esperienza dell'esercizio ha anche dimostrato esatta la previsione che l'incrocio dei due sistemi di catenaria al centro di ogni campata agisce da freno sulle oscillazioni trasversali dei conduttori dovute e al vento e alla stessa marcia dei pantografi al quale anche la marcia naturalmente sinuosa del trattore imprime urti trasversali. Sotto l'azione del massimo vento ed alle massime velocità di marcia nei lunghi rettifili che possono raggiungere gli 80 km.-ora, lo smorzamento di ogni impulso trasversale è praticamente istantaneo.

In quanto al consumo del filo, il periodo trascorso è breve ma ha già dimostrato che non si notano differenze di consumo tra punti qualsiasi della linea ed i punti di incrocio delle catenarie. Inoltre comparando il consumo finora constatato con quello di altre importanti linee americane questo confronto risulta favorevole al sistema autocompensato

sebbene finora in misura minima. La fig. 16 contiene infatti una parte dei diagrammi di consumo di fili di contatto di linee americane pubblicate da I. T. Landhy nelle *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* nel n. 4 dell'ottobre 1929. (I., T. Landhy, *Contact Wire Wear on Electric Railroads; Transactions of the A. I. E. E.* october 1929).

La linea AB si riferisce ad un filo di 107,2 mmq. di sezione ed alle note linee C. M. St. P. & P. R. R.; I. C. R. R.; N. Y. N. H. & H. R. R. la linea EF e la EG riguardano un filo di 85 mmq. di sezione e cioè la EF è della I. C. R. R. e la EG è della Pennsylvania R. R. ma il minor consumo della EF è dovuto al fatto che il filo è di un rame speciale al cadmio che sembra resistere assai bene all'usura. La linea HL raccoglie i risultati ottenuti finora sul filo da 75 mmq. di sezione delle linee Ferrocarriles Vascongados.

FIG. 17. – Linea di contatto autocompensata.

Ora per quanto il tratto HL sia ancora breve pure appare già che la sua inclinazione è comparabile con quella delle linee AB ed EG ma piuttosto alla parte di queste linee che è prossima alla ordinata dei 100.000 passaggi di pantografo. Nelle curve molto ristrette ed in corrispondenza delle sospensioni si notano consumi maggiori dovuti agli enormi sforzi ma ciò non ha nulla da fare col sistema

Come indicano le stesse linee AB ed EG e, come è naturale, la tendenza del consumo essendo quella di diminuire per le aumentate superfici di attrito sembra si possa ammettere che, per lo meno, nel sistema autocompensato il consumo del filo di contatto non è superiore a quello degli altri sistemi.

Il sistema descritto ha quindi ricevuto la sanzione della pratica ed ha dimostrato di possedere una particolare efficienza tecnica ed economica per le caratteristiche principali dei fili che hanno utilizzazione elettrica e meccanica completa essendo tutti conduttori e tutti di sospensione e di contatto alternativamente, per richiedere un limitato numero di pendini, per godere di una autoregolazione contro le variazioni di temperatura tale da rendere superflui tenditori ed ancoraggi, e da evitare laboriose revisioni stagionali, per una più lunga vita dei fili dovuta alla possibilità di reciproca sostituzione dei due sistemi di catenarie. Tanto il costo della linea come quello del montaggio nell'impianto Vascongados sono risultati, a parità di rame e di tutte le altre condizioni, inferiori a quelli di altri sistemi offerti in un concorso mondiale da tutte le maggiori case. Inoltre il consuntivo di costo, ad onta che si trattasse della prima applicazione di un sistema nuovo, è risultato inferiore al preventivo. Anche dal lato estetico il sistema si presenta elegante perchè i rari pendini e la convergenza al centro della campata delle due catenarie, insieme alle ridotte freccie in corrispondenza delle sospensioni dà un aspetto di leggerezza sommamente maggiore che negli altri sistemi ad onta della notevole quantità di rame (fig. 17). Nel collaudo dell'impianto fatto dall'Ispettorato delle Ferrovie spagnole si è voluto far rilevare espressamente ed in forma ufficiale la riuscita perfetta e la novità del sistema italiano.

Diremo infine che il principio di una struttura funicolare formata da due catenarie o mezze catenarie od anche da spezzate poligonali incrociate con le conseguenti proprietà sopra elencate sembra possa suggerire qualche altra utile applicazione oltre quella già descritta di linea di contatto. Accenneremo solo al dispositivo per attraversamenti di strade, ferrovie, ecc., da parte di linee ad alta tensione, che può assumere costruzioni diverse. Analogamente si possono costruire sostegni funicolari trasversali per sospensioni

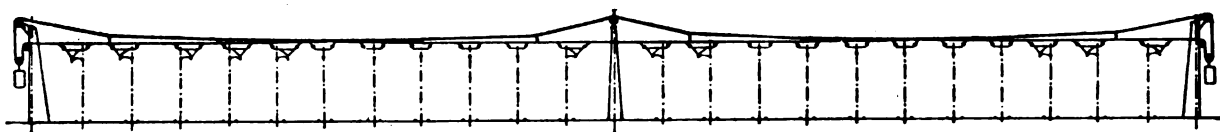



FIG. 18. – Sostegno funicolare trasversale per stazione con molti binari.

nelle stazioni con grande numero di binari (fig. 18) o sostegni trasversali per sospensioni trasversali tranviarie. Infine sembra possibile la applicazione a costruzioni economiche di ponti o passerelle sospese smontabili e trasportabili.

II. — La linea di contatto Vascongados

La elettrificazione della rete Ferrovie Vascongados è stata seguita in Spagna con particolare interesse dal mondo tecnico e, in particolare, dalle autorità statali ferroviarie, non solo come si è detto per la novità del sistema autocompensato che vi trovava la sua prima applicazione, ma anche per la importanza delle linee e sopratutto per le numerose e gravi difficoltà di tracciato e di esercizio. Per limitarci qui a quelle difficoltà che si riferiscono alla sola linea aerea e che hanno richiesto particolare cura si è già visto come si era potuto risolvere il problema dell'impiego di notevoli quantità di rame in forma efficiente ed economica. Ma per superare la difficoltà delle curve ristrettissime dove il problema era appunto aggravato dalla notevole quantità di rame, dal sensibile scarto delle temperature e dalle elevate tensioni meccaniche scelte bisognava decisamente ricorrere a costruzioni di sospensioni e poligonazioni con relativi accessori speciali appositamente dimensionate. Fortunatamente la struttura del sistema autocompensato, e ciò ne costituisce altro pregio, non richiede speciali esigenze per la apparecchiatura di sospensione e di poligonazione.

Queste costruzioni speciali offrono un interesse particolare pel fatto che esse rappresentano la soluzione di casi limiti o estremi. Crediamo di non errare affermando che gli sforzi che si presentano nelle costruzioni studiate per l'impianto Vascongados sono i massimi che possono riscontrarsi in costruzioni normali di linee aeree. Nelle poligonazioni della linea di contatto nelle curve minime di 60 e di 100 metri di raggio e con quantità tale di 300 mmq. di rame di cui 150 sulla linea di contatto si hanno sforzi su quest'ultima di 400 kg. circa e quindi di 800 kg. sulla sospensione. Se non erriamo questi devono essere gli sforzi massimi constatati su linee di contatto.

In Italia si incontrano notevoli quantità di rame sulle linee elettrificate delle Ferrovie dello Stato ma le curve minime non sono di massima inferiori ai 300-250 metri ed il tipo di sospensione è, generalmente, trasversale con pali frequenti e quindi campate corte. Là dove la sospensione è longitudinale è in ogni caso la tensione meccanica piuttosto bassa.

Nelle linee elettrificate a scartamento normale esercite dalla industria privata incontriamo bensì curve minime di 150 ed, eccezionalmente, di 120 m., ma per le minime quantità di rame, che non passano gli 80 mmq. gli sforzi massimi non hanno nulla di eccezionale.

È nelle linee a scartamento ridotto che vanno ricercati sforzi molto alti. Vi sono in Italia, su 3650 km. di ferrovie a scartamento ridotto circa 1100 km. di tali linee elettrificate, esercite per i 60 km. di una vecchia linea austriaca, dallo Stato e, per il resto, dalla industria privata. In tali linee elettrificate si incontrano raggi di curve minime che vanno dai 100 ai 24 metri. Si tratta invero di linee aventi più carattere tranviario che ferroviario e sopratutto di linee con carattere montano. Tutte quelle aventi curve minime comprese tra 34 e 70 metri di raggio hanno infatti pendenze comprese tra il 45 ed il 95 per mille ed alcune maggiori, a dentiera, con velocità bassissime e servizio merci o inesistente o minimo.

Ma neanche fra le poche linee aventi curve minime superiori a 70 metri di raggio si trovano servizi pesanti di viaggiatori o merci, la composizione media dei treni non superando, ed in un solo caso, le 83 tonn. per i treni viaggiatori e le 65 tonn. per i treni merci. In conseguenza di ciò nessuna delle linee a scartamento ridotto impiega più di 100 mmq. di rame e quasi tutte impiegano la sospensione trasversale. Calcolando gli sforzi massimi che in dette linee aeree possono risultare alle più basse temperature si trova che su una trentina di impianti gli sforzi massimi si riscontrano solo in due o tre di essi ed in questi essi non passano il 60 % di quelli che si riscontrano nella rete Vascongados. La importanza di questa rete che non è la unica in Spagna non è comparabile con nessuna delle linee italiane a scartamento ridotto trattandosi nel caso della rete Vascongados di linea di primaria importanza, con treni viaggiatori e merci assai pesanti e frequenti, con servizi internazionali di frontiera offrenti notevole conforto.

Vogliamo rilevare incidentalmente che le reti a scartamento ridotto hanno altrove uno sviluppo assai maggiore che da noi e vanno tuttora sviluppandosi per la importante funzione economica alla quale rispondono. Vi sono in Francia non meno di 15.000 km. di linee di un metro, ve ne sono circa 4000 km. in Belgio e 3000 km. in Spagna con servizi anche di lusso. Ad esempio sulla stessa linea elettrificata Bilbao-S. Sebastian, della quale parliamo, insieme con la elettrificazione è stato introdotto un servizio di *buffet* caldo che, sia detto tra parentesi agli elettrotecnici, è alimentato direttamente da corrente elettrica a 1750 volt, servito su modernissime vetture Pullmann di gran lusso, servizio prestato dalla stessa Compagnia Internazionale delle Vettue-Letto.

In America vi sono linee importanti a scartamento ridotto con servizi di vetture-letto e ad alte velocità. Va rilevato che le più lunghe ed importanti linee italiane a scartamento ridotto furono elettrificate con assai alte tensioni. Inoltre le linee stesse non presentano in generale traffico pesante intenso. Ma tali problemi potranno, col tempo e con le applicazioni della corrente continua, presentarsi anche da noi.

Ci limiteremo ora a descrivere assai brevemente le costruzioni principali studiate ed applicate nell'impianto spagnolo, rimandando anche per questa parte costruttiva per maggiori particolari alla Memoria già citata. Allo scopo di concentrare in una sola costruzione gli organi di fissaggio dei fili di contatto e di quelli portanti, di assicurarne la esatta posizione reciproca, e cioè fissa in senso orizzontale e, per i fili di contatto, variabile con freccie entro limiti determinati ma sempre percorrenti una determinata linea verticale,

tutto ciò essendo richiesto da ragioni di precisione, di economia, di robustezza e di facilità di montaggio, si è adottato il tipo di sospensione rappresentato dalla fig. 19. Oltre alle caratteristiche accennate si possono attribuire a questa costruzione le proprietà se-

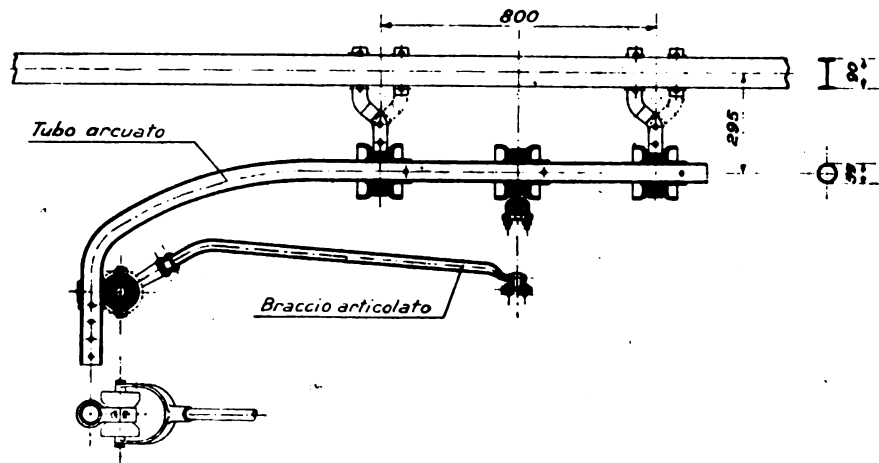
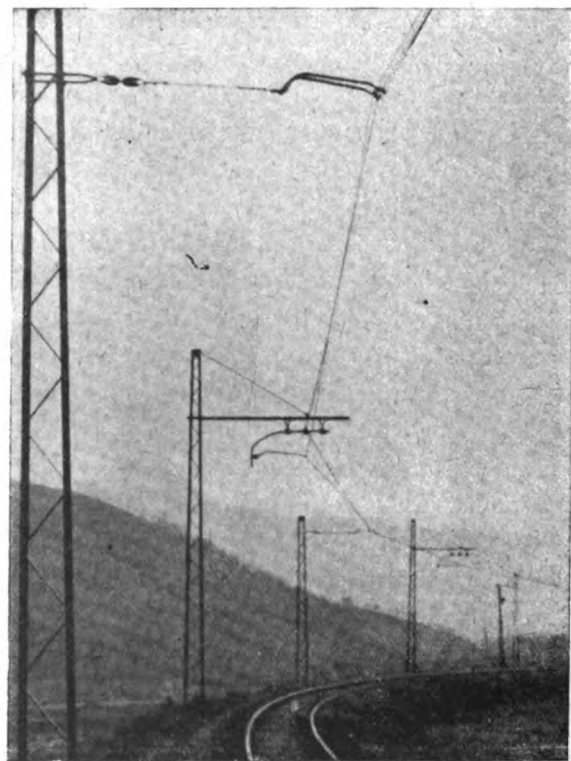
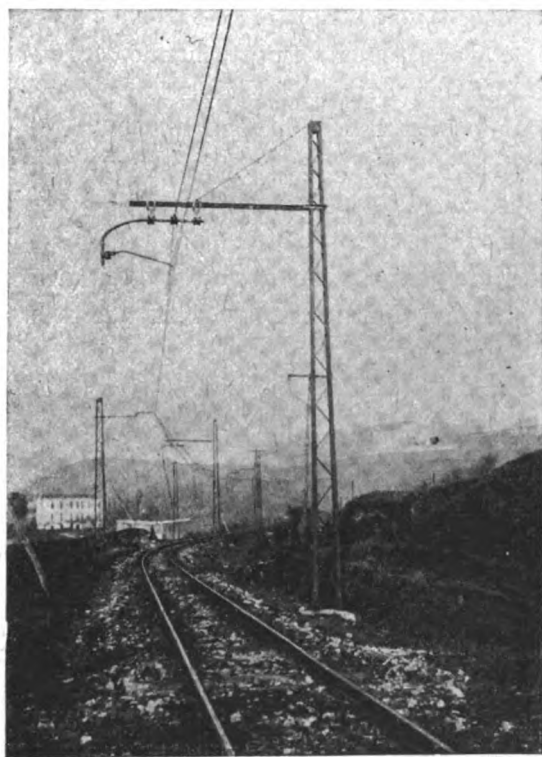



FIG. 19. – Tipo di sospensione con doppio isolamento.

guenti. È una sospensione invertibile con che si possono collocare i sostegni sull'uno o sull'altro lato della via indifferentemente, può essere adoperata come sospensione o come sostegno di una poligonazione, tutti gli isolatori vi sono soggetti a sforzi prevalentemente di compressione contro i quali la porcellana offre la massima resistenza (da 1500 a 5000

kg.-cmq.). Si aggiunga che il sistema meccanico della sospensione e degli isolatori è concatenato ossia nel caso di distruzione completa di uno o di tutti i 4 isolatori nessuna delle parti della sospensione o accessori può cadere. È un tipo di sospensione applicabile sia in linea che nelle stazioni il che non avviene sempre di tutti i tipi di sospensioni.

Nella istallazione Vascongados si è adottato il doppio isolamento. Là dove isolamento semplice fosse preferito la sospensione assume l'aspetto della fig. 20. Gli isolatori sono eccezionalmente robusti e per resistere ad una tensione di 22.000 volt sotto pioggia sarebbero sufficienti anche per semplice isolamento. La sospensione è composta principalmente di un tubo Mannesmann, curvato ad angolo retto. Nella parte superiore orizzontale porta infilati sul tubo tre isolatori due dei quali per mezzo di collari fissano la sospensione alla mensola ed il terzo porta il morsetto per fissare il filo o i fili portanti. Gli isolatori sono montati su tubi di ferro entro i quali passa il tubo curvato della sospensione.

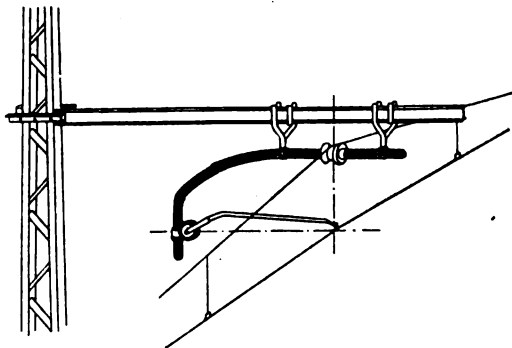



FIG. 20. – Tipo di sospensione con isolamento semplice.

Sulla parte verticale del tubo della sospensione può scorrere un collare che porta un isolatore anch'esso con anima metallica formante articolazione del braccio alla cui estremità si trova il morsetto che afferra il filo o i fili di contatto. Se i fili di contatto sono due e le curve molto strette si possono con vantaggio impiegare due bracci ottenendo punti meno duri.

I grandi sforzi nelle ristrette curve di cui si è ripetutamente parlato hanno obbligato ad una cura speciale nella scelta della qualità dei materiali per evitare costruzioni ingombranti e pesanti. Così, ad esempio, negli angoli di poligonazione più acuti gli sforzi sulla sospensione passano come si è visto gli 800 kg. e nelle pinze o morsetti di fissaggio dei due fili di contatto lo sforzo su un pernetto centrale raggiunge i 32,5 kg.-mmq. Si sono quindi adottati per il tubo curvato della sospensione e pel tubetto del braccio o dei bracci articolati, tubi Mannesmann di acciaio di alta resistenza e cioè di 55-65 kg.-mmq. e per il perno del morsetto, acciaio al cromo di 100 kg.-mmq. di resistenza. Diremo di passaggio che secondo la nostra esperienza l'uso di materiali di alta resistenza, se bene applicato, apporta economie.

Nelle curve si sono impiegate una o due poligonazioni a seconda del raggio della curva, ciascuna poligonazione essendo costituita da un tirante in fune di acciaio doppiamente isolato dal palo per mezzo di due isolatori ad ovulo e da braccetti sagomati analoghi a quelli della sospensione ed ugualmente in tubo Mannesmann (fig. 21), i quali braccetti portano alla estremità i morsetti per i fili di contatto e portanti. Le lunghezze normali delle campate essendo di 60, 50, 40 metri nella linea all'aperto e 30 m. in galleria le lunghezze parziali delle poligonazioni a seconda della divisione in due o tre parti sono le seguenti:

60/2 50/2 40/2 50/3 30/2 40/3

Le poligonazioni sono state fatte con lunghezze parziali assai limitate allo scopo di ottenere un coefficiente di sicurezza della marcia del pantografo che può dirsi assoluto.

Per analoghe ragioni di sicurezza di esercizio si è voluto adottare la altezza del filo di contatto sul piano del ferro di m. 5,75 con un minimo di 5,50 m. In molte delle altre istallazioni spagnole, per mancanza di prescrizioni statali, si è collocato il filo di contatto

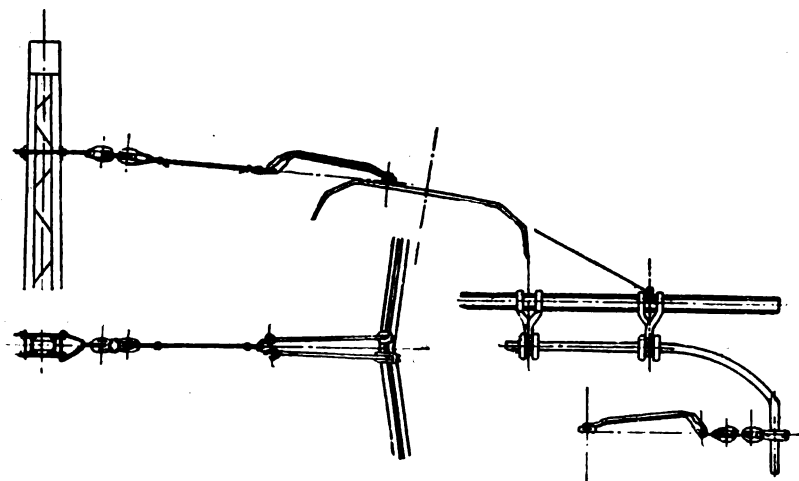



FIG. 21. – Tipi di poligonazione.

a 4,50 m. dal ferro il che a parer nostro è assai pericoloso. Si noti che la differenza di altezza da 4,50 a 5,75 del filo di contatto ha prodotto una maggior spesa di pali e fondazioni di circa due milioni di lire italiane, ma non abbiamo esitato a dare la preferenza alla sicurezza sulla economia.

Ora data la velocità relativamente alta che abbiamo adottato su questa linea, la quale in rettifilo sorpassa i 75 km.-ora ma ciò che è più importante raggiunge i 55 km.-ora nelle curve di 100 m. di raggio contro i 40 km. prescritti da tutte le Amministrazioni Statali o Società ferroviarie, si doveva tener conto anche degli scarti laterali del pantografo rispetto al filo di contatto, che per l'alta velocità, per le curve ristrette e di brusco passaggio, pel gioco delle molle dei trattori, per la notevole altezza della sopraelevazione della rotaia esterna, per la altezza sensibile del filo di contatto ed infine per la azione laterale del vento si potevano produrre e sommare.

FIG. 22. – Isolatore di sezione con isolamento in legno.

Era perciò necessario che il zig-zag del filo rispetto all'asse della via o meglio al centro, alquanto variabile, dell'archetto di contatto fosse più limitato che ordinariamente non si usi nelle linee a corrente continua o monofase. La lunghezza dell'archetto essendo di 1200 mm., chè una lunghezza maggiore trovava impedimento nella sagoma specialmente nelle gallerie, si sono scelti spostamenti laterali massimi tra filo ed archetto per le varie curve, di ± 260 mm. che però nelle curve di 100 m. sono di 250 mm. ed in quelle di 60 m. sono di 180 mm.

L'esperienza ha dimostrato che questi valori così limitati garantiscono una sicurezza assoluta.

Un altro organo importante è l'isolatore di sezione. Si sono impiegati due tipi, l'uno ad isolamento in legno, l'altro ad isolamento ad aria. Il primo è molto usato in Italia dove noi stessi l'abbiamo istallato fin dal 1900 nelle linee Valtellinesi e dove ha fatto buona

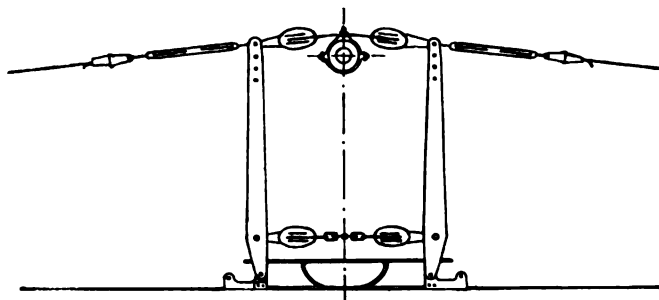



Fig. 23. – Isolatore di sezione con doppio isolamento in porcellana.

prova su tutte le linee trifasi a circa 4000 volt. In Spagna è stato impiegato legno di acacia cotto in olio di lino e lo si è sottoposto a sforzi massimi alla trazione di 0,4 kg.-mmq. (fig. 22) la parte isolante essendo di trenta centimetri di lunghezza. Ma per corrente continua, dove lo spegnimento di un arco casuale è assai difficile, siamo personalmente favorevoli ad onta del maggior costo, al tipo con isolamento ad aria ed in porcellana indicato schematicamente nella fig. 23.

In fatto di isolamento si è rispettato rigorosamente il principio del doppio isolamento che nel caso della linea in questione rappresentava pure una maggior sicurezza.

Per evidenti ragioni costruttive hanno fatto eccezione a questo rigoroso principio appunto i sezionatori con isolamento in legno e questa è altra ragione della preferenza che specialmente in questi casi vorremmo dare al sezionatore interamente metallico (figura 23) con isolamento ad aria e con doppio isolamento di porcellana. Meno agevole era rispettare il principio del doppio isolamento negli ordinari isolatori a perno utilizzati per le connessioni tra linee e sottostazioni, e tra sezionatori di linea e gli interruttori. Tale scopo si è raggiunto con un sistema che, se non è ortodosso, è pure risultato assai efficace avvitando nell'interno di un buon isolatore di porcellana (fig. 24) costruito per una tensione di esercizio di 11.000 volt, un cappuccio o ditale di buon faggio ben secco e cotto in olio di lino, nell'interno del quale è stato avvitato il perno di ferro.

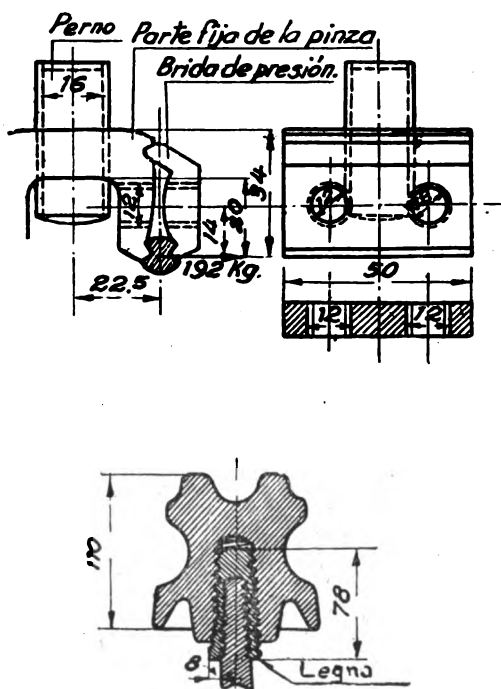
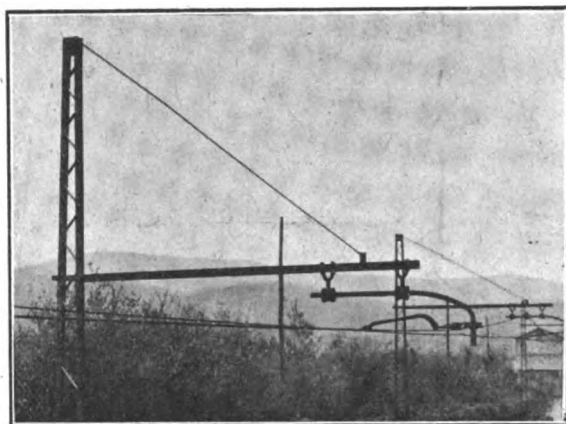



Fig. 24. – Isolatore doppio in porcellana e legno.

Detto cappuccio che ha una sufficiente resistenza meccanica ed una eccellente elasticità presenta la notevole resistenza di elettrica di 4500 volt e, per aver perduto la igroscopicità e per essere al coperto dai diretti agenti atmosferici, offre buone garanzie di conservazione. Finora il risultato è stato eccellente, e per casi analoghi è raccomandabile.

Un problema che nella corrente continua presenta notevoli difficoltà di una soluzione economica è quello degli interruttori di linea. Ad onta che le sottostazioni siano provviste di interruttori automatici extra rapidi che nei pochi tipi più perfetti esistenti danno sufficienti garanzie di protezione della sottostazione, pur tuttavia è sempre desiderato dallo stesso personale del movimento e da quello della manutenzione delle linee di disporre di maggiori sezionamenti delle linee comandati da interruttori capaci di funzionare con sicurezza anche sotto carico.

Ma l'impiego dei mastodontici interruttori del tipo usato nelle sottostazioni risulta assai costoso anche perchè essi sono destinati ad essere ricoverati in luogo chiuso e richiedono uno spazio considerevole, mentre che altri tipi correnti di interruttori non possono

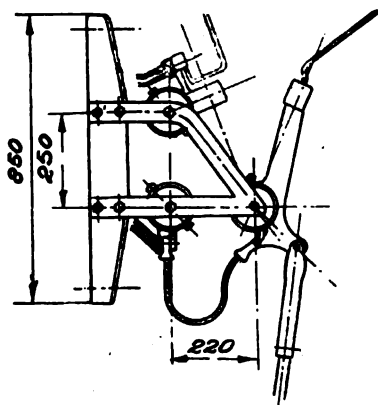
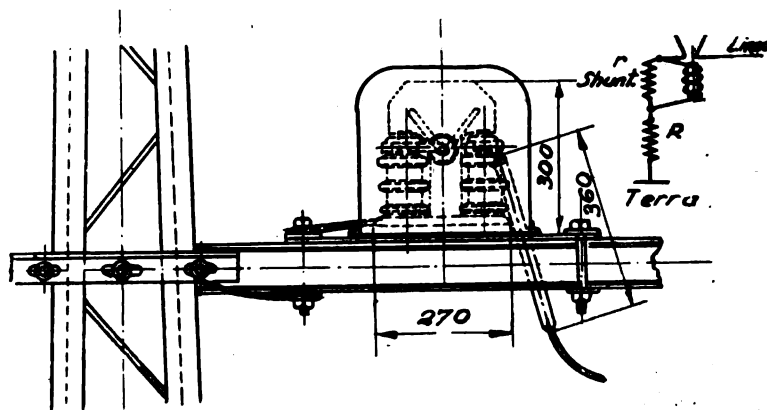



FIG. 25. – Interruttore a coltello. FIG. 26. – Scaricatore atmosferico.

interrompere grandi correnti e tanto meno corti circuiti ed inoltre, più che frequentemente la costruzione di questi ultimi non è abbastanza robusta per essere maneggiati anche da personale non specializzato come è quello ferroviario del Movimento. Nella impossibilità pratica di risolvere completamente ed economicamente questo problema con i mezzi di cui si dispone attualmente abbiamo cercato di costruire un tipo di interruttore normale a coltello e corna destinato ad interrompere, normalmente, senza corrente ed abbiamo dato a questa costruzione la massima robustezza possibile, usando tra l'altro, gli stessi tipi di isolatori delle sospensioni (fig. 25).

L'esperienza fatta è che, come è successo durante il periodo di prove, aperti sotto corrente con qualche centinaio di ampère hanno ancora potuto interrompere ma di fronte a carichi altissimi o a corti circuiti, come era da attendersi, sono impotenti. La difficoltà fondamentale da superare è di spegnere l'arco a corrente continua eccezionalmente resistente e vagante.

Si sono protette le linee per mezzo di scaricatori atmosferici di due tra i migliori tipi del commercio di cui uno è rappresentato dalla fig. 26 essenzialmente formato da corna regolabili con spirale magnetica di soffiamento shuntata per mezzo di resistenza e con altra resistenza in serie. Le resistenze sono di silite. Questo delle protezioni delle linee di trazione è un campo dove l'esperienza pratica è ancora limitata. Interpellate le case produttrici più importanti in merito al miglior mezzo di protezione le opinioni sono state alquanto discordi perchè alcuni costruttori hanno consigliato porre uno scaricatore ogni 500 metri ed altri invece hanno vivamente consigliato di prescindere da qualsiasi apparecchio di protezione sulla linea oltre quelli già montati nelle sottostazioni e nei trattori. Noi abbiamo constatato che, prima di collocare gli scaricatori quando la linea non era ancora sotto tensione si è avuta una violenta scarica atmosferica che, dal filo di contatto attraverso una catena di isolatori ad ovulo (fig. 27) ha

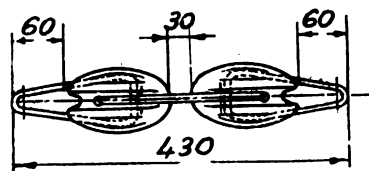



FIG. 27. – Catena di ovuli.

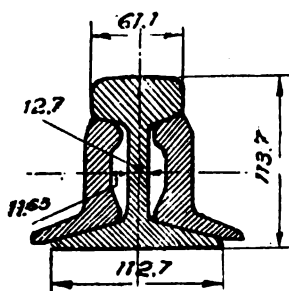



FIG. 28. – Sezione di rotaia da 35 Kg.m.

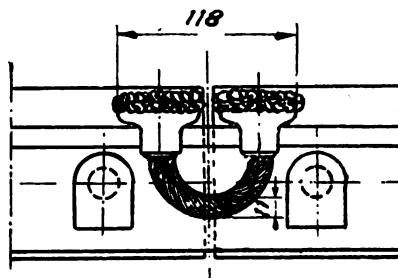



FIG. 29. – Giunto elettrico di rotaia da 100 mmq.

raggiunto la terra attraverso il palo metallico. Notisi che la linea essendo ancora in costruzione aveva una « terra » a 25 km. di distanza dal luogo della scarica; distanza evidentemente troppo grande.

La buona conducibilità della linea di terra è stata assicurata da due giunti di 100 mmq. in rame uno per ciascuna rotaia. La forma della sezione della rotaia da 32 (fig. 28) o da 35 kg.-m. che sono i tipi adoperati e sopratutto la costruzione molto appiattita delle stecche non hanno permesso di collocare i giunti elettrici sotto le stecche medesime. Ma la scelta di un giunto di rame ad U (fig. 29) saldato elettricamente alla testa delle rotaie, ma tanto corto da non poter essere ribaltato sul fungo della rotaia ha conseguito lo scopo di rendere il furto praticamente nullo. Anche tutti i pali metallici sono connessi con le rotaie.

La palificazione, in ferro, è stata studiata appositamente. I pali di linea per sospen-

sioni e poligonazioni sono formati da due montanti principali a doppio T che resiste trasversalmente meglio del profilo a C generalmente usato, con traliccio piatto.

I pali di stazione hanno per montanti 4 angolari (fig. 30). Nelle prove di resistenza si è trovata una assai buona corrispondenza, nella misura della freccia tra i valori calcolati e quelli ottenuti nella prova (fig. 31).

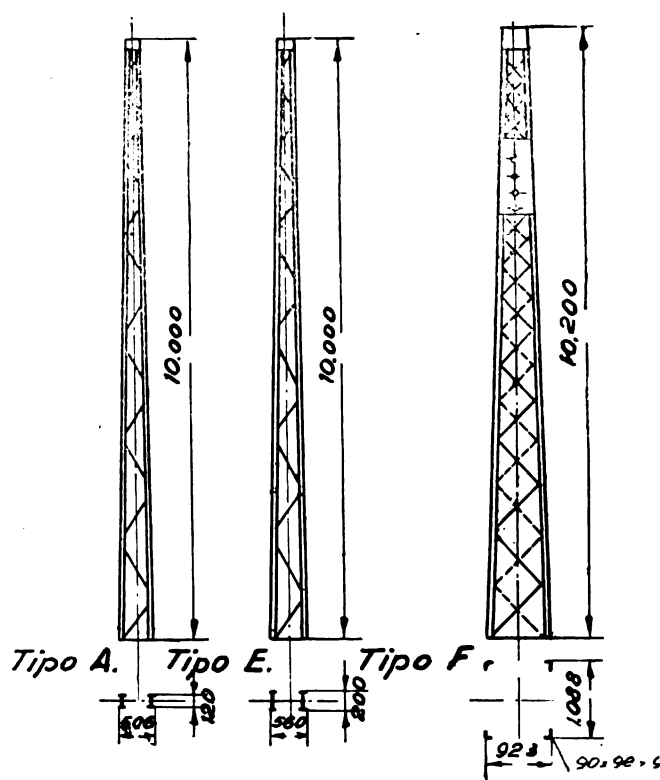



Fig. 30. – Tipi di pali per sospensione e ancoraggio.

Si sono costruiti cinque tipi diversi di pali di sospensione, quattro di poligonazione e tre di ancoraggio; questi ultimi per le linee secondarie delle stazioni.

* * *

Sia nella descrizione del sistema autocompensato che in quella della installazione della linea aerea dal lato costruttivo, ci siamo limitati ad esporre i dati principali. Nella nota alla quale abbiamo rimandato, pubblicata sotto gli auspici di un grande elettrotecnico e scienziato spagnolo, il Padre Perez del Pulgar oltre ai maggiori dati teorici e pratici già menzionati, chi abbia interesse, può trovare i metodi adottati per una organizzazione razionale e previdente di montaggio che sembra rispondere a criteri meno empirici di quelli ordinariamente impiegati e che ha dato buona prova avendo potuto ridurre ad un minimo il personale dirigente ed essendo risultato un costo di montaggio assai limitato ad onta che si trattasse di un sistema nuovo.

La inaugurazione ufficiale della elettrificazione della rete Vascongados ebbe luogo assai dopo quella effettiva con l'intervento del compianto Presidente del Consiglio Primo De Rivera e di parecchi altri Ministri.

Ci sia concesso rendere a questo illustre e fervido patriota un ricordo fascista rammentando che, nel giungere da Bilbao a S.Sebastian col treno inaugurale con un percorso assai rapido che riassumeva simbolicamente il grande miglioramento dei servizi ottenuto con la elettrificazione, volle esprimere a chi ha l'onore di scrivere con il suo ambito plauso

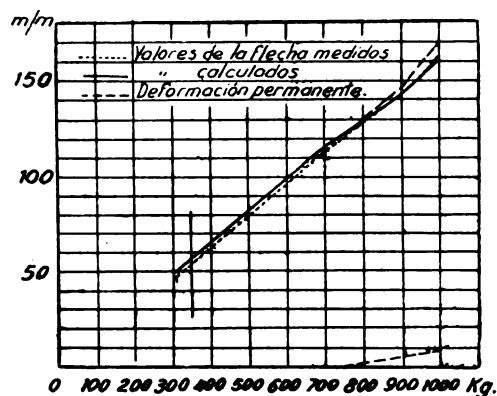



FIG. 31. – Misura della freccia del palo Tipo A.

al concorso tecnico italiano, un entusiastico saluto al Duce e rispondendo al saluto fascista con giovanile, impetuoso saluto fascista, in presenza della cittadinanza acclamante al suo arrivo, volle gridare « Viva Italia ».

Oltre al contributo di studi e progetti l'Italia, con eccezione di rame e pali per evidenti ragioni, aveva fornito tutto il restante materiale della linea di contatto per un importo notevole con esecuzione perfetta così che l'industria nostra ha dimostrato in questo campo che, se opportunamente condotta sui mercati stranieri, può conseguirvi notevoli successi.

Il primo Bollettino trimestrale della Società A. Nazionale « Cogne ». Gennaio 1931-IX.

Questo Bollettino vuol essere la periodica illustrazione dei problemi che nel campo degli acciai speciali quotidinamente affronta e risolve quell'importantissimo organo della metallurgia italiana che è la « Cogne » e vuol essere ad un tempo il rendiconto di un piano sistematico di studi e di ricerche quale si è di recente iniziato in stretta, ardita collaborazione tra la Società ed il Laboratorio sperimentale per prove di materiali da costruzione della Regia Scuola di Ingegneria di Torino. Collaborazioni tra pratica tecnica e ricerca scientifica si sono spesso auspicate in passato, ma apparirono poi di attuazione difficile. Tanto più ardua si presentava questa, data l'ampiezza e la varietà di collocamento del ciclo produttivo che dalla magnetite di Cogne si trasforma presso le Acciaierie di Aosta nella più vasta distinzione di acciai.

Il contenuto di questo primo Bollettino dimostra intanto come sia già stato sentito il legame dell'altissimo interesse scientifico con quello tecnico e quale affiancamento possano portarsi industria e laboratorio traverso il fervore di uomini che con preciso indirizzo tecnologico, con ricerche attentissime e studi profondi si propongono di prendere in riguardo così vigorosa e rigorosa presa di posizione. L'importanza del resto dello scopo appare dalle dichiarazioni che precedono il fascicolo. Esse riflettono, in raccolta, chiara sobrietà, la precisa visione del problema e propositi di fatti densi che si vogliono raggiungere con slancio e con passione, tanto più preziosi oggi in cui sentiamo particolare il bisogno di fiducia e di ottimismo nelle energie nostre.

(vedi continuazione a pag. 87)

La morte di Kalmann Von Kando

Il migliore elogio dell'opera di Kalmann Von Kando potrebbe essere la esposizione storica di come è nato e si è sviluppato da noi il sistema di trazione elettrica trifase, del quale il grande Ingegnere, ora scomparso (1), è stato il pioniere ed ha profuso poi, nei successivi anni, largamente le sue doti di tecnico abilissimo, fertile inventore e di realizzatore tenace.

Trovandosi a svolgere la sua opera giovanile in un'epoca in cui le applicazioni della trazione elettrica alle ferrovie erano ai primi inizi e i primi successi tecnici parevano avere un contenuto meraviglioso, Egli trovò libero campo per svolgere nel primo impianto della Valtellina tutte le migliori sue facoltà di innovatore.

Tra le sue doti più insigni possedeva quella di saper porre e presentare la soluzione dei problemi tecnici nel modo più brillante. Non vi è, si può dire, dettaglio da lui studiato in cui il problema posto non risultasse come nuovo e ardito e la soluzione trovata elegante e geniale. Aveva, si può dire, l'amore delle difficoltà che affrontava in pieno per vie nuove, sdegnando le comode soluzioni già note.

Era, certo, un progettista aristocratico, nel senso che l'idea da realizzare doveva essere, a sua veduta, il predominio assoluto in ogni difficoltà di esecuzione. Nei suoi disegni, compilati con maestrìa grande, non sembrava quindi tenere molto conto dei mezzi d'opera a disposizione e delle considerazioni sulla economia di lavorazione, che obbligano spesso il progettista a frenare la propria arditezza e genialità.

Idea predominante e perno della sua attività si può dire sia stata l'applicazione del motore asincrono alla trazione: da prima infatti il sistema trifase da lui creato e più recentemente quello monofase a frequenza industriale, da lui avviato a nuove soluzioni. Ma centinaia di altri brevetti testimoniano la sua fecondità in altri svariatissimi campi della elettrotecnica e della meccanica.

Nel nostro Paese Egli ha certo passato gli anni migliori della sua attività. Dopo gli inizi della Valtellina era venuto da noi a dirigere a Vado Ligure la Società Italiana Westinghouse. Circondato da una schiera di eletti collaboratori, egli creò allora quel locomotore E 550, che è stato fino a qualche anno fa il cavallo di battaglia del sistema trifase e che, anche oggi, dopo un quarto di secolo, è un esempio di locomotiva bene proporzionata nell'insieme e al massimo efficiente. Seguì il locomotore E 330, a quattro velocità, creato in collaborazione con altri.

Dopo la guerra era tornato più volte tra noi con nuove soluzioni per i locomotori trifasi a frequenza 16.7 (locomotori E 552 ed E 333) e con la proposta di un tipo nuovo di locomotore trifase a frequenza industriale, derivato da quello monofase da lui studiato per l'Ungheria.

(1) Come ha rilevato *L'Energia Elettrica* del gennaio, « per una curiosa coincidenza Von Kando è morto a pochi giorni di distanza dalla perdita dell'Ing. Lanino (*Vedi questa rivista, fascicolo del novembre 1930*), che insieme a Lui contribuì al primo esperimento di elettrificazione delle linee Valtellinesi ».

Dotato di una personalità spiccata, di modi signorili distinti, il Kando aveva da noi una schiera di fedeli seguaci. Dopo la guerra, per ragioni indipendenti dai suoi grandi meriti, la sua opera nel nostro Paese fu tuttavia meno intensa e completa.

Il sorgere da noi di nuovi indirizzi in fatto di elettrificazione, in particolare l'orientamento verso la corrente continua, e sopra tutto il fatto che la rinnovata coscienza nazionale aveva secondato la formazione di un nucleo di tecnici italiani, che andavano creando un patrimonio di studi e di esperienza nazionale, che permise ben presto di affrancarci da ogni dipendenza straniera in fatto di progetti di elettrificazione, avevano resa meno indispensabile l'opera del Kando.

Al Kando i tecnici ferroviari italiani debbono riconoscere due grandi meriti: quello di avere dato al nostro Paese trenta anni fa un primato storico e tecnico in fatto di elettrificazione e quello di avere suscitato con il suo esempio la nostra energia ed iniziativa, in modo che, seguendo dapprima le orme del Kando, e poi discostandocene per altre vie, abbiamo potuto mantenere anche oggi al nostro Paese un primato in materia di elettrificazione ferroviaria.

G. B.

Il primo Bollettino trimestrale della Società A. Nazionale « Cogne ». *(vedi pag. 85)*

La collana degli argomenti incomincia dalla descrizione della miniera, ricco scrigno nazionale e dei vari impianti di frantumazione, arricchimento e trasporto del materiale. Figurano poi due scritti seriamente scientifici. Nel primo il prof. Colonnetti dà conto di nuovi impianti sperimentali per lo studio delle proprietà meccaniche degli acciai alle elevate temperature. Interessante è la descrizione dei dispositivi ed accorgimenti con cui, mentre può mantenersi indefinitamente costante il valore del carico o se ne può far variare periodicamente l'intensità tra limiti arbitrariamente scelti, si consente allo sperimentatore di regolare e controllare la temperatura del saggio per tutta la durata dell'esperienza.

Nel secondo scritto lo stesso professore in collaborazione con l'ing. Zoja si intrattiene, senza superflui ingombri dottrinali, sull'invecchiamento degli acciai e sulla sua influenza nella dispersione dei valori della resilienza. È di questi ultimi anni l'orientamento degli studi sulla fatica dei materiali. Il fenomeno dell'invecchiamento degli acciai si compie completamente, a temperatura ordinaria, in un tempo lunghissimo. Di qui la tendenza ad ottenere l'invecchiamento *artificiale*. È ora possibile ciò molto rapidamente operando sul saggio opportuno rinvenimento a 200°-300° durante qualche ora, sperimentando cioè a mezzo dell'impianto sopra accennato. I maggiori siderurgici esteri hanno già affrontato il problema della preparazione d'un acciaio non invecchiante, tale l'I-Zett di Krupp. Con questo scritto non solo vien posto il problema con vasta e profonda competenza, ma vien data la documentazione ufficiale della possibilità di una soluzione convergente anche presso le Acciaierie di Aosta.

Altre specifiche determinazioni di laboratorio si riflettono ancora nelle restanti pagine del pregevole fascicolo, completato di una ottima carta geologica, di diagrammi, illustrazioni e suggestive fotografie d'ambiente. Esso merita pertanto di essere largamente conosciuto e seguito, come largo plauso ne deve andare ai suoi inesauribili organizzatori e chiari espositori, così fattivamente polarizzati attorno a due preclari indagatori: il sen. Brezzi ed il prof. Colonnetti.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

Rappresentazione delle leggi empiriche con formole approssimate.

Sulla ricerca delle formole empiriche abbiamo avuto occasione di soffermarci sia per scopi particolari, sia da un punto di vista generale (1).

Sullo stesso argomento, che interessa molto da vicino gli ingegneri, dobbiamo ora segnalare un volume organico di circa 300 pagine con orientamento pratico: è dovuto ai proff. Fréchet e Romann, porta appunto il titolo: *Représentation des lois empiriques par des formules approchées* ed è edito da Leon Eyrolles, di Parigi.

Accanto a questa pubblicazione di indole generale, meritano di essere conosciute due interessanti monografie inserite dal prof. G. Cassinis negli Atti dell'Istituto Nazionale delle Assicurazioni. La prima è del 1929 e porta il titolo: *L'analisi periodale dei fenomeni ciclici*. L'altra è del 1930 ed ha per titolo: *Sull'impiego di alcune funzioni trascendenti nelle rappresentazioni empiriche.*

Con questo secondo lavoro il Cassinis si è proposto in sostanza di esaminare se e quale vantaggio potrebbe ottenersi, nel caso di curve complicate, sostituendo alle funzioni elementari, generalmente adoperate per la interpolazione, funzioni trascendenti più complesse, come, ad esempio, le funzioni ellittiche o le funzioni Gamma. È infatti intuitivo che la maggiore complicazione insita in queste funzioni deve consentire di ottenere con pochissimi parametri forme di curve che non si possono convenientemente rappresentare con le funzioni elementari se non adoperando molti parametri.

In tal senso la memoria del Cassinis riesce del tutto convincente, perchè egli mostra in modo palmare, con una serie di grafici, quali e quante svariate forme di curve è possibile ottenere dalla sola trascendente Gamma mediante la variazione di un solo parametro.

Il nuovo valico ferroviario dello Stelvio. (Ing. prof. FILIPPO TAJANI, Studio tecnico-economico eseguito per incarico del Consiglio Provinciale dell'Economia di Milano. Con VI tavole fuori testo, 1930-VIII, 280 × 190, pag. 104).

Il Consiglio Provinciale dell'Economia di Milano non poteva dimostrare il suo interessamento ai grandi problemi nazionali del traffico meglio di come ha fatto, provocando uno studio generale sul nuovo valico ferroviario dello Stelvio ed affidando questo studio a Filippo Tajani.

L'indagine è fondata su tutti i documenti e i dati di fatto disponibili; è condotta ed esposta con quelle caratteristiche di chiarezza, precisione e, fin dove è possibile, di semplicità che costituiscono oramai lo stile dell'ing. Tajani. Lo scopo cui egli ha mirato è stato « di illustrare, con la massima obiettività e con tutto il rigore compatibile con la difficoltà della indagine, il complesso di dati tecnici ed economici, di tracciato, di spesa di costruzione, di onere di esercizio, di traffico, di rapporti con le altre vie di comunicazione, relativi al nuovo valico dello Stelvio, affinchè, quando giunga il momento di prendere una decisione, non manchino a chi dovrà assumerne la responsabilità tutti gli elementi di giudizio ».

La memoria comincia con il valutare la funzione dei valichi alpini nell'economia nazionale italiana. In opportune tabelle sono riassunti i dati relativi agli scambi che attraversano ciascuna delle nostre stazioni internazionali, separando le importazioni dalle esportazioni e rag-

(1) Vedi questa rivista, fascicolo dell'aprile 1928, per l'articolo: « *La funzione nel calcolo nel lavoro dei tecnici* ».

gruppando i valichi in tre classi: gli *occidentali* (Ventimiglia, Breil, Modane, Domodossola); i *centrali* (Luino, Chiasso, Brennero); gli *orientali* (San Candido, Tarvisio, Fusine Laghi, Piedicolle, Postumia e Fiume). I dati si riferiscono all'esercizio finanziario 1913-14 e per il decennio dal 1919-20 al 1928-29.

Le cifre così raccolte permettono di formulare alcune interessanti constatazioni:

« 1) Nelle ultime annate gli scambi attraverso i valichi toccano fra entrata ed uscita i 10 milioni di tonnellate l'anno, raggiungendo così il 20 per cento del traffico ferroviario italiano, che si aggira sul totale di cinquanta milioni di tonnellate l'anno in cifra tonda;

« 2) Vi è forte prevalenza delle importazioni (7 milioni) sulle esportazioni (3 milioni) conforme al generale andamento della bilancia commerciale italiana;

« 3) Negli ultimi anni gli scambi internazionali terrestri sono fortemente cresciuti mentre si manifestava la nota stasi nei trasporti marittimi. Bisogna supporre che alcuni scambi, i quali avevano luogo per le lunghe vie di mare, oggi preferiscano le più brevi sebbene più costose vie di terra;

« 4) Dall'anteguerra ad oggi il traffico terrestre internazionale interessante l'Italia è molto cresciuto, oltrechè pel naturale sviluppo dei trasporti, per effetto della incorporazione nei confini nazionali dei grandi porti di Trieste e di Fiume, ciò che ha fatto entrare nel novero delle nostre esportazioni tutto quello che in detti porti si sbarca con destinazione non italiana ed in quello delle nostre importazioni tutto ciò che vi si imbarca di provenienza estera;

« 5) Sia nella importazione che nella esportazione il movimento prevalente si dirige nel senso Nord-Sud e, prescindendo da Postumia che serve i porti di Trieste e Fiume, il maggior successo spetta ai valichi centrali, specialmente al Gottardo e sopratutto a Chiasso, il cui transito dall'anteguerra ad oggi è cresciuto di circa il 200 per cento all'entrata e del 100 per cento all'uscita rispetto all'Italia ».

Da ciò si desume che il valico del Gottardo, posto in difficili condizioni di tracciato, tende all'esaurimento della sua potenzialità. A Chiasso oggi si svolge un lavoro assai superiore alle previsioni ed agli impianti disponibili. D'altra parte fra il Gottardo ed il Brennero vi è un gran tratto della barriera alpina senza sbocco; ciò che se può anche spiegare il successo del Gottardo, costituisce certo una debolezza nel sistema delle comunicazioni destinate al nostro traffico internazionale.

Neanche il valico del Brennero si presenta in condizioni favorevoli di esercizio, ma vi sono infine altre ragioni che consigliano insieme la creazione del nuovo valico e la preferenza che, fra le diverse proposte, merita lo Stelvio. Se, infatti, nell'impianto di una nuova comunicazione alpina il vantaggio maggiore sarà dalla parte del Paese che ha una più elevata percentuale del percorso sul proprio territorio, lo Stelvio presenta certo, rispetto a tutte le altre soluzioni di un nuovo valico fra Gottardo e Brennero, il vantaggio di protendersi verso la Germania su territorio italiano, con un tronco di transito assai breve attraverso l'Austria.

Posti a base del suo studio questi fondamentali concetti economici, l'A. richiama in sintesi le notizie storiche veramente utili sul progetto di una ferrovia attraverso lo Stelvio per trattare a fondo, subito dopo, il problema tecnico che la costruzione di una tale ferrovia oggi rappresenta.

Nella questione dello Stelvio il punto di vista economico è certo risolutivo; ma l'esame economico non è possibile senza precisare il problema tecnico, cioè senza stabilire un tracciato che serva a identificare le distanze e le condizioni di esercizio della linea.

Facendo tesoro dei lavori degli altri progettisti, il Tajani si ispira a criterî che appaiono essenziali nella costruzione di una nuova via che debba esser veramente capace di assorbire una buona parte del traffico fra l'Italia e l'Europa Centrale: limite massimo per le pendenze 17 per mille; passaggio del piano di Rezia in galleria anzichè in superficie; attenersi in genere ad un

tracciato di facile e sicuro esercizio, anche invernale, sia pure a scapito dell'economia nella costruzione. Si tratta peraltro di uno studio di tavolino, che dovrebbe formare la base di un progetto esecutivo studiato sul terreno.

Precisato così, per avere una linea di riferimento, un progetto di larga massima, è possibile fissare, in base alla più recente esperienza, qualche cifra di orientamento per il costo di costruzione e per l'onere che dovrebbe restare a carico dei diversi Stati interessati.

Si arriverebbe così, secondo l'Autore, a una spesa di milioni di lire 2135, di cui 1570 spetterebbero all'Italia, 550 all'Austria e 15 alla Germania.

Una tale ripartizione, fatta in ragione di territorio, è perfettamente logica; ma non è da escludersi una soluzione diversa, come insegna la storia di altri valichi. Per il Gottardo, ad esempio, cadente tutto in territorio svizzero, l'Italia assunse a suo carico la metà delle spese e la Germania concorse con un contributo metà del nostro. In tali casi si tratta di valutare gli interessi in giuoco in modo che paghi di più chi ritiene di trarre maggior vantaggio dalla nuova via, indipendentemente dalla sua posizione territoriale.

« Qui però — avverte il Tajani — calza a proposito un'osservazione da non dimenticare all'atto delle trattative internazionali che si dovranno fare prima dell'attuazione della grandiosa opera. Lo Stato che assumesse a suo carico le spese per un tronco cadente su territorio non suo, dovrebbe assicurarsi almeno la padronanza delle tariffe se non dell'esercizio completo su detto tronco. Pel Gottardo la mancanza di accordi precisi a tale riguardo ha dato luogo, specialmente dopo il riscatto della linea da parte del Governo svizzero, ad incresciose discussioni che minacciano di concludersi a danno dei nostri interessi, avendo la Svizzera invocato un diritto di sovranità sulla linea del Gottardo, dimenticando il nostro concorso finanziario nella costruzione. Che cosa dunque giustificherebbe questo nostro concorso alla costruzione di una linea posta su territorio di altro Stato? L'utilità generica che è sempre attribuibile ad una via di comunicazione, ci si potrà rispondere. Senonchè tale utilità può essere notevolmente ridotta e teoricamente annullata dall'altezza delle tariffe le quali, quando giungano ad un limite proibitivo, impediscono addirittura i trasporti. Certo è che mentre la Germania col suo concorso nel Gottardo, pari a metà del nostro, si assicurò tariffe bassissime, per le merci che facevano oggetto dell'esportazione dall'Italia furono adottate tariffe tre volte più elevate ed ora si contesta a noi come alla Germania il diritto di controllo su ulteriori variazioni di tali tariffe, osservando che l'ammetter ciò significherebbe offendere un diritto di sovranità, che non si ritenne offeso quando fu accettato un elevatissimo concorso finanziario in opera posta totalmente su territorio svizzero.

« In conclusione, ove non fosse possibile far prevalere il concetto della spesa ripartita secondo i limiti territoriali, le trattative per l'applicazione di un diverso criterio dovrebbero esser condotte con molta cautela ed ispirate al criterio che lo Stato il quale assuma la spesa di costruzione deve conservare il diritto inoppugnabile a regolare i prezzi di trasporto sul tronco di cui ha sopportato gli oneri di impianto ».

Lo Stelvio — si può dire a priori sull'esempio dei grandi trafori alpini costruiti — non è impresa tale da promettere sicuramente la rimunerazione del capitale. E tenuto anche conto della elasticità occorrente nel suo esercizio commerciale, per una conveniente ripartizione di traffici in rapporto alla concorrenza con gli altri valichi, si deve concludere che la costruzione della preconizzata linea non può essere se non opera di Stato e che essa deve essere poi, nell'esercizio, incorporata nella nostra rete di Stato.

L'A. fa una accurata determinazione della zona di influenza del nuovo valico. Parte dal rilievo diretto di tutti i trasporti a carro piccola velocità attraverso il Gottardo, separatamente in uscita ed in entrata, per un periodo di tre giorni opportunamente scelti; ricava come baricentro delle importazioni Milano e come baricentro delle esportazioni Perugia; determina infine, riferendosi a queste due località, la zona dello Stelvio per le due categorie di traffico rispettiva-

mente in entrata ed uscita. Completa questa determinazione puramente analitica con opportune considerazioni che riguardano sia il transito del Brennero, sia altri centri importanti della penisola come Genova, Torino, Venezia e Trieste.

Le linee che limitano le zone d'influenza dello Stelvio, tracciate a colori su una carta molto chiara, dànno un'idea visiva del territorio tributario del nuovo valico: la zona risulta estesa, ciò che significa traffico abbondante.

Lo Stelvio, d'altra parte, ha una direzione divergente da quella del Gottardo, e favorevole ai trasporti fra Italia Centrale e Meridionale da una parte e Austria, Germania orientale, Cecoslovacchia, Polonia Russia dall'altra. Il nuovo valico è, in complesso, meno ricco del Gottardo; ma più propizio agli interessi italiani.

I calcoli del Tajani si basano sulle distanze reali; ma poichè per il Gottardo vigono invece, come è noto, *distanze tariffarie* (cioè opportunamente maggiorate), c'è da domandarsi quale effetto ciò può avere sui risultati raggiunti. Un lavoro di minuta correzione sarebbe superfluo: quello che conviene ritenere è che la zona già calcolata ci dà idea del limite minimo cui può scendere la quantità dei trasporti e che le correzioni agirebbero tutte nel senso dell'aumento, mai della diminuzione.

Gli ultimi due capitoli del lavoro che analizziamo contengono le previsioni finanziarie della opera: prodotto probabile, utile netto e spesa a fondo perduto. Si tratta naturalmente di calcoli fondati su basi di probabilità e non di certezza, che potranno sempre, quando si voglia, essere aggiornati e precisati, ma che sono condotti con tutta le necessarie cautele e contenuti entro limiti di grande prudenza.

Il prodotto totale è previsto in 128 milioni annui; l'avanzo netto in milioni 25,6 all'anno. Questo avanzo al 5 % può rimunerare soltanto 512 milioni di capitale: la differenza nella spesa di impianto, che l'A. calcola in un miliardo e 58 milioni, dovrebbe quindi essere erogata a fondo perduto in vista dei vantaggi che — in questa come in tutte le opere del genere — non si possono trasformare in profitti industriali, ma che restano alla massa degli utenti.

La nostra Rivista, per prassi costante, si astiene dall'illustrare i molti tracciati che vengon proposti per la costruzione di nuove linee; tracciati che corrispondono ad interessi troppo particolari, per quanto rispettabili, e dànno luogo a lotte destinate talvolta a compromettere la soluzione migliore! Nel caso nostro, perciò, per quanto si parli anche di un tracciato, non si vogliono illustrare tracciati per i quali, del resto, occorre lo studio sul terreno: si vuol segnalare piuttosto un lavoro coscienzioso che mira a fornire, sotto forma chiara e precisa, non pochi essenziali elementi di giudizio a quanti dovranno, prima o poi, esaminare e decidere una questione di grande interesse nazionale.

Oggi, dopo questo lavoro del Tajani, possiamo dire che quando si parla dello « Stelvio » si sa bene di che cosa si parla. Si conoscono bene gli enormi interessi che lo Stelvio implica, le delicate questioni internazionali che occorrerebbe preliminarmente trattare.

L'impiego delle rotaie nella palificazione delle linee di contatto. (*L'Elettrotecnica*, novembre 1930).

L'articolo è dovuto a due autori, R. Heinemann e W. Müller, i quali espongono il risultato degli esperimenti effettuati per misurare la resistenza di tipi diversi di pali, costituiti da due o tre tronchi di rotaia opportunamente collegati. Le conclusioni a cui arrivano sono le seguenti: preferibili i pali costituiti con due soli tronchi di rotaia collegati opportunamente con traverse; a parità di resistenza, quest'ultimo tipo di palo è sensibilmente più pesante del tipo costituito con due ferri sagomati a U: il suo prezzo è però di circa il 60 % inferiore a quello del palo in ferri sagomati. La posa in opera del palo sagomato è meno onerosa di quella dell'altro e la verniciatura e

la manutenzione sono, invece, più costose. Secondo gli AA., questi due elementi si compensano per i due tipi di palo. La struttura dei pali sperimentati è notoriamente iperstatica e si può calcolare col metodo approssimato derivato dall'equazione dei quattro momenti. La deformazione del palo si calcola col teorema dei lavori virtuali. La memoria riassume, in alcune tabelle ed in un diagramma, i risultati sperimentali ottenuti per nove pali combinati diversi e riporta un esempio di calcolo per il palo che gli esperimenti hanno indicato come il più favorevole agli effetti della resistenza.

Saldatrice elettrica per punti (*Science et Industrie*, agosto 1930).

Segnaliamo questo articolo, in quanto esso illustra, da un punto di vista molto generale, i perfezionamenti apportati alle macchine per saldatura elettrica che ne rendono il funzionamento facile e sicuro, descrivendo i dispositivi di regolazione e di comando, e fornendo particolari sopra il consumo di corrente, il fattore di potenza, il consumo degli elettrodi, il consumo orario di acqua di raffreddamento, ecc.

Lo studio di una nuova variabile per la resistenza dei calcestruzzi. L'ordine di successione seguito nell'introdurre i diversi componenti nella mescolatrice. (*Le Industrie del Cemento*, novembre 1930).

Le indagini sui fattori che influiscono sulle resistenze di un calcestruzzo alle diverse sollecitazioni (compressione, trazione, flessione, abrasione, permeazione, attacco di agenti chimici, gelo, fuoco) formano ormai un complesso di studi che può ben dirsi poderoso, arricchito ogni giorno da nuove conclusioni grazie al lavoro sperimentale condotto nei laboratori di tutto il mondo.

Le variabili fondamentali vennero tutte considerate: qualità e dosatura del cemento, qualità e composizione granulometrica dell'aggregato, qualità e dosatura dell'acqua, tempo e condizioni di maturazione, modalità d'impasto, modalità di esecuzione e forma dei provini.

Il campo meno considerato è forse quello delle modalità d'impasto. Le maggiori ricerche furono estese all'influenza della sua durata, senza speciale riguardo ad altre modalità variabili di esecuzione che possono nondimeno anch'esse influire sulle caratteristiche di resistenze dell'impasto.

Dal Giappone giunge ora un interessante lavoro dell'ingegnere Tokujiro Yoshida, professore dell'Università Imperiale di Kyushu, rivolto alla ricerca dell'influenza che, sulla resistenza di un calcestruzzo, può esercitare l'ordine di successione di miscela dei componenti.

Ne riportiamo le conclusioni:

a) che si ottengono le resistenze superiori o preparando prima la pasta (acqua e cemento) e aggiungendo poscia l'aggregato lasciando per ultimo l'aggregato grosso, oppure caricando tutti i componenti in una sola volta (metodi 1 e 5);

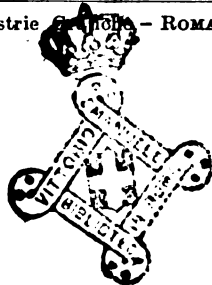
b) che si ottengono le resistenze inferiori aggiungendo per ultima l'acqua, oppure la sabbia;

c) che un rimescolamento di durata anche notevole (fino a 5 minuti) non è sufficiente ad annullare l'influenza dell'ordine del caricamento, anche quando quest'ultimo sia eseguito introducendo nella mescolatrice i componenti con rapida successione;

d) che le variazioni delle resistenze sono sufficienti per giustificare l'osservanza delle buone regole di caricamento, ovunque esse non costituiscano particolare soggezione.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

[8577] « Grafia » S. A. I. Industrie Grafiche – Roma, via Ennio Quirino Visconti, 13-A

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

FEBBRAIO 1931 - IX

PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1930 385 . (092

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 217.

n. g. L'ing. Pietro Lanino, pag. 4, fig. 1.

1930 626 . 5

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 221.

Ing. P. FERRETTI. La funivia di Montecassino, pag. 8 ½, fig. 10.

1930 621 . 138 . 2 (. 45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane 15 novembre pag. 230.

Ingg. E. VANNI ed A. PEDEMONTI. I rifornimenti di carbone delle Ferrovie italiane dello Stato dal bacino della Ruhr, pag. 23 ½, fig. 19, tav. 4.

1930 385 . (09 (52)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 254.

Ing. GUIDO CORBELLINI. Appunti su caratteristiche del materiale e su qualche criterio di esercizio delle ferrovie giapponesi, pag. 19, fig. 16.

1930 628 . 112 . 2

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 273.

Ing. COSIMO CORRADI. Notizie sui pozzi artesiani prossimi alla stazione di Massalombarda e sulle loro reciproche influenze, pag. 3 ½, fig. 3.

1930 621

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 253 (Informazioni).

Conferenze internazionali di unificazione.

1930 358 . (09 e 624 . 192

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 276 (Informazioni).

Il cinquantenario del S. Gottardo ed il 25° anniversario del Sempione.

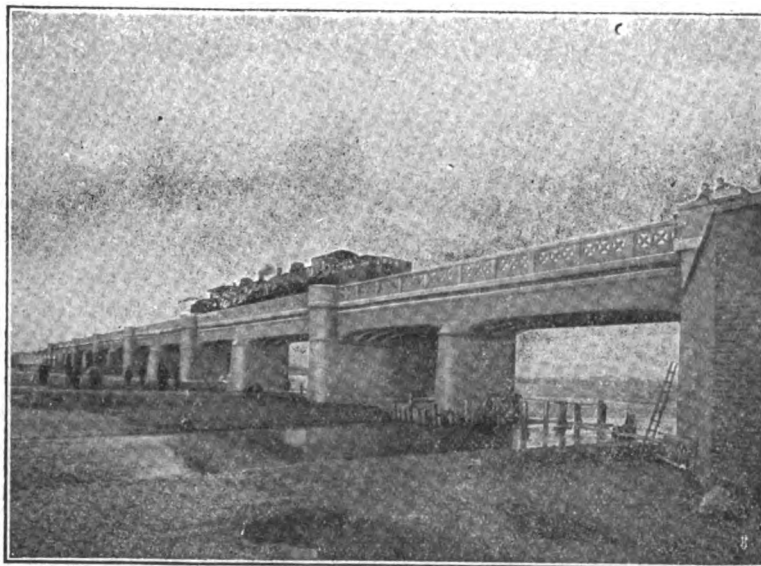
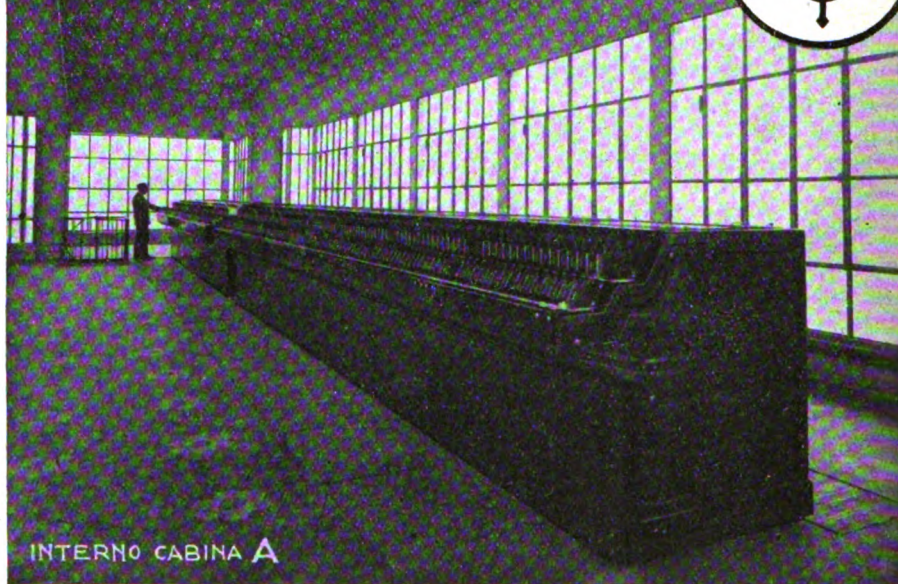
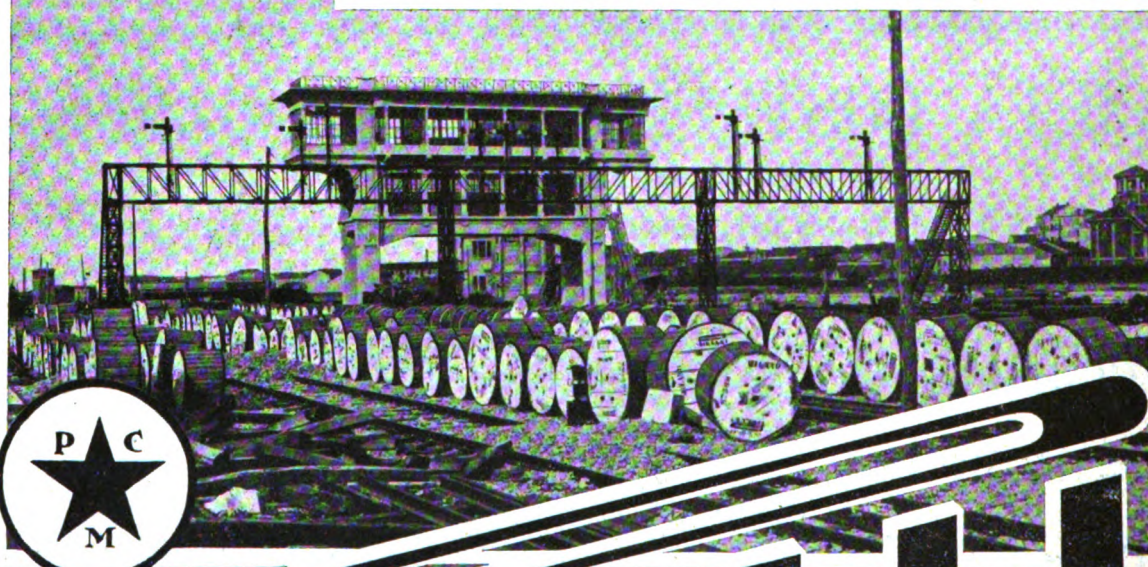
1930 385 . (09 (. 45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 277 (Informazioni).

Per il 25° anniversario delle Ferrovie dello Stato.

1930 621 . 71 : 657

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre pag. 278 (Libri e riviste).

La razionalizzazione delle scritture contabili nelle officine dello Stato.

WESTINGHOUSE
IMPIANTI DI
SEGNALAMENTO
170.000 metri di cavi multipli
1140 leve di manovra in
7 cabine
INTERNO CABINA A
NUOVA STAZIONE
VIAGGIATORI DI MILANO
P C M
PIRELLI
P C M

1930 55 e 662 e 669

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 279 (Libri e riviste).

Il Congresso di miniere, metallurgia e geologia applicata tenutosi a Liegi nel giugno 1930.

1930 621 . 35

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 novembre, pag. 280 (Libri e riviste).

La batteria di accumulatori elettrici « Drumm », pag. 4 ½.

Il Politecnico

1930 625. 111

Il Politecnico, dicembre, p. 751.

M. Tanci. Per il valico ferroviario dello Stelvio, p. 8, fig. 4.

1930 621 . 311 . 22

Il Politecnico, dicembre, p. 767.

U. Ferrero. Sulla utilizzazione razionale dei combustibili e produzione economica dell'energia, p. 5, fig. 6.

La Metallurgia Italiana

1931 621 . 884 : 669 . 71

La Metallurgia Italiana, gennaio, p. 1.

U. Magnani e C. Panseri. Note sulla chiodatura dell'alluminio e sue leghe, p. 16, fig. 18.

L'Energia Elettrica.

1930 621 . 315

L'Energia Elettrica, dicembre, p. 1057.

L'installazione di fili di guardia sulle linee elettriche italiane, p. 3.

Annali dei Lavori Pubblici

1930 624 . 2 . 035

Annali dei Lavori Pubblici, novembre, p. 997.

V. Hannau. Alcune considerazioni sull'impiego delle travate continue per ferrovia, p. 19, fig. 8.

L'Industria Chimica

1931 620 . 191 : 669 . 1

L'Industria Chimica, gennaio, p. 11.

L. Losana. Corrosione degli acciai ad elevata temperatura, p. 4, fig. 3.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1930 385 . (06 . 112

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2269.

Onzième session, Madrid: 5 au 15 mai 1930. Compte rendu général des discussions en sections et en séances plénières (Ire Section: Voies et travaux.

1930 624 . 63, 625 . 142 . 4 e 721 . 9

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2271.

Emploi du béton et du béton armé dans les chemins de fer. (Question I, IIe session). Discussion, pag. 20.

1930 625 . 143

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2291.

Résistance des rails à la rupture et à l'usure. (Question II, II[e] session). Discussion, pag. 32 e 2 tabelle.

1930 624 . 2 (01

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2323.

Etude des sollicitations statiques et dynamiques des ponts-rails (Question III, II[e] session). Discussion, pag. 13.

1930 625 . 172 e 625 . 173

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2336.

Perfectionnements récents dans l'outillage mécanique et l'organisation rationnelle de l'entretien des voies (Question IV, II[e] session). Discussion, pag. 23.

1930 625 . 172 (. 44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2359.

QUINQUET. Le désherbage chimique sur le réseau de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée (Annexe à la discussion de la question IV, II[e] session), pag. 6, fig. 4.

1930 621 . 132 . 8 (. 43)

Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, p. 2365.

Le problème de l'exploitation des grandes lignes à très grande vitesse. Parcours d'essais d'une voiture à hélice sur la ligne de Burgwedel à Celle (Allemagne), pag. 3, fig. 4.

Revue Générale des Chemins de fer

1931 656 . 25 . 44)

Revue Générale des Chemins de fer, gennaio, p. 3.

TUJA. La nouvelle signalisation des chemins de fer français, pag. 25, fig. 20.

1931 6 . 56 . 211

Revue Générale des Chemins de fer, gennaio, p. 29.

BOUCHÉ-LECLERCQ. Transformation et agrandissement de la Gare de l'Est à Paris, p. 30, fig. 13.

Le Génie Civil

1930 662 . 68

Le Génie Civil, 6 dicembre, p. 557.

A. GREBEL. L'unification mondiale des methodes de discrimination des combustibles liquides pour moteurs, p. 4, fig. 3.

1930 693 . 55

Le Génie Civil, 6 dicembre, p. 561.

F. DUMAS. Le béton armé et ses hypothèses p. 3 ½, fig. 4.

Revue Générale de l'Electricité

1930 621 . 315

Revue Générale de l'Electricité, 8 novembre, p. 729.

G. VIEL. Etude d'un réseau à 400.000 volts, p. 15, fig. 15.

1930 621 . 311 . 21

Revue Générale de l'Electricité, 15 novembre, p. 781.

R. W. MEUNIER. L'usine hydroélectrique de Riedji à commande automatique, p. 5, fig. 4.

1930 621 . 316 . 265

Revue Générale de l'Electricité, 22 novembre, p. 823.

L. DOURCHE. La sous-station automatique Bergerie de la Société d'éclairage électrique de Cannes, p. 11, fig. 11.

1930 621 . 316 . 933

Revue Générale de l'Electricité, 29 novembre, p. 865.

A. BOUTARIE. Le développement des réseaux de distribution d'énergie électrique et les dangers de la foudre. p. 8, fig. 2.

1930 621 . 67

Revue Générale de l'Electricité, 6 dicembre, p. 909.

G. WEYLAND. Pompes centrifuges d'alimentation pour chaudières à très haute pression, p. 8, fig.16.

1930 621 . 316 . 9

Revue Générale de l'Electricité, 20 dicembre, p. 1011.

Progrès récents réalisés dans les systèmes de protection des lignes de transmission et de distribution d'énergie, p. 2 ½.

LINGUA INGLESE

Engineering

1930 536

Engineering, 19 dicembre, p. 778.

Operating experiences with extra high-pressure steam, p. 1.

1930 536

Engineering, 28 novembre, p. 691; 19 dicembre, p. 788; 26 dicembre, p. 821.

A. EAGLE e R. M. FERGUSON, The coefficients of heat transfer from tube to water, p. 6, fig. 7.

1930 621 . 134 . 2 - 162

Engineering: 12 dicembre, p. 737; 26 dicembre, p. 798.

High-pressure compound locomotive for the Delaware and Hudson Railroad, p. 4, fig. 66 (di cui 44 su 5 tavole a parte).

The Railway Gazette

1930 621 . 134 . 2 - 162

The Railway Gazette, 31 ottobre, p. 567.

New ultra-high-pressure compound express locomotive, Paris-Lyon-Mediterranean Ry., p. 2, fig. 2.

1930 621 . 132 . 63 (. 91)

The Railway Gazette, 7 novembre, p. 596.

4-6-4 tank locomotives for the Federated Malay States Railways, p. 1 ½, fig. 4.

1930 621 . 132 . 65 . (.51)
The Railway Gazette, 14 novembre, p. 625.
New 4-6-2 type locomotives for the Nanking-Shanghai Ry., p. 5, fig. 8.

1930 621 . 132 . 65 (.82)
The Railway Gazette, 28 novembre, p. 705.
New 4-6-2 three-cylinder locomotives, Central Argentine Railway, p. 3 ½, fig. 7.

1930 625 . 156
The Railway Gazette, 28 novembre, p. 709.
A new railway buffer stop, p. 2 ½, fig. 6.

1930 621 . 132 . 65 (. 492)
The Railway Gazette. 5 dicembre, p. 753.
New 4-8-4 type four-cylinder tank engines for the Netherlands Rys, p. 1, fig. 1.

1930 625 . 245 . 72 (.42)
The Railway Gazette, 12 dicembre, p. 786.
12-ton ventilated covered goods vans, L. M. S. R., p. 2, fig. 3.

1930 621 . 132 . 88 (.71)
The Railway Gazette, 12 dicembre, p. 788.
New 4-6-4 booster equipped express locomotives, Canadian National Railways, p. 1, fig. 1.

1931 625 . 4
The Railway Gazette, 2 gennaio, p. 9.
London Underground traffic and the new extensions, p. 2, fig. 5.

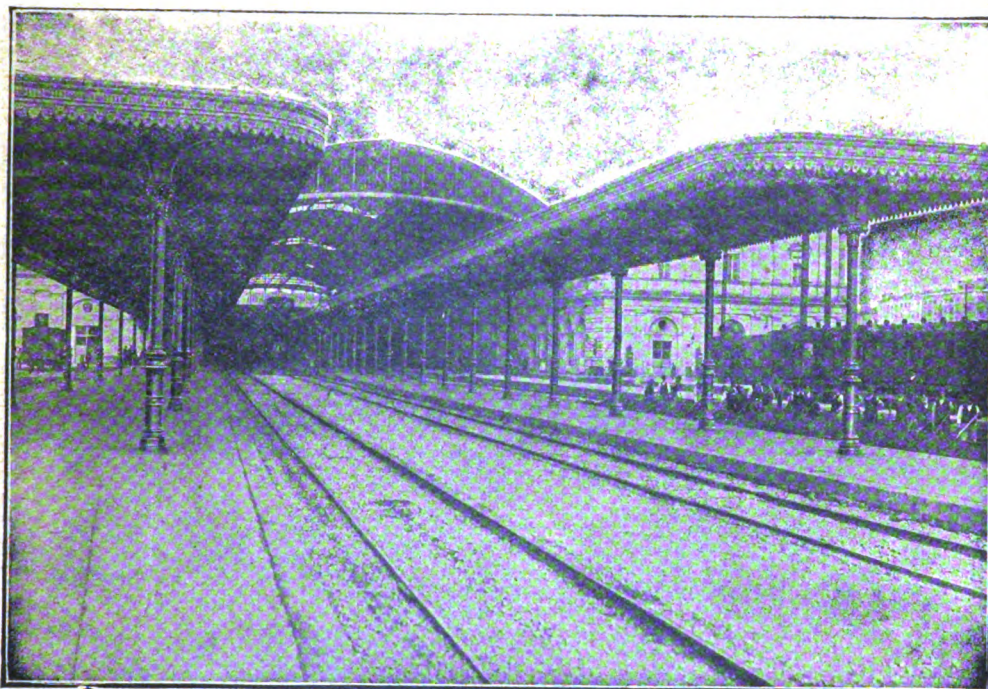
1931 621 . 132 . 65 (.43)
The Railway Gazette, 2 gennaio, p. 17.
New 4-6-2 type express locomotives for the German Railways, p. 1, fig. 1.

STABILIMENTI · DI · DALMINE ·

SOC. ANONIMA CAPITALE L. 75.000.000

INTERAMENTE VERSATO

TUBI MANNESMANN

fino al diametro esterno di 368 m/m — In lunghezze fino a 15 metri ed oltre per qualsiasi applicazione.

Colonne tubolari MANNESMANN di acciaio senza saldatura per sostegno pensiline - Stazione Centrale FF. SS. - Roma, Termini

SPECIALITÀ PER COSTRUZIONI FERROVIARIE

TUBI BOLLITORI, TIRANTI E DA FUMO, trafilati a caldo ed a freddo, lisci e sagomati, con cannotto di rame, speciali per elementi surriscaldatori.

TUBI PER FRENO, riscaldamento a vapore ed illuminazione di carrozze.

TUBI PER CILINDRI riscaldatori.

TUBI PER GHIERE di meccanismi di locomotive.

TUBI PER APPARATI IDRODINAMICI.

TUBI PER TRASMISSIONI di manovra, Archetti di contatto e Bombole per locomotori elettrici.

TUBI PER CONDOTTE d'acqua con giunto speciale a bicchiere tipo FF. SS., oppure con giunto "Victaulic" ecc. e pezzi speciali relativi.

PALI TUBOLARI per trasmissione energia elettrica e per trazione, tubi relativi per apparecchiature secondo i tipi correnti per le FF. SS.

COLONNE TUBOLARI per pensiline e tettoie di stazioni ferrov.

PALI E CANDELABRI per lampade ad arco e ad incandescenza, lisci ed ornati, per illuminazione delle stazioni, magazzini di deposito e officine.

TUBI SPECIALI per Automobili, Cicli e aeroplani.

Tubi a flangie, con bordo semplice o raddoppiato, per condotte forzate – muniti di giunto «Victaulic» per condotte di acqua, gas, aria compressa, nafta e petrolio – a vite e manicotto, neri e zincati, per pozzi artesiani – di acciaio speciale ad alta resistenza per trivellazioni – Serpentini – Bombole e Recipienti per liquidi e gas compressi – Picchi di carico – Grue per imbarcazioni – Alberi di bompresso – Antenne – Puntelli – Tenditori – Aste per parafulmini, trolley, ecc.

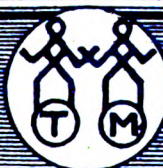
TUBI TRAFILATI A FREDDO, cilindrici e sagomati, per qualsiasi applicazione

CATALOGO GENERALE, LISTINI SPECIALI E PREVENTIVI GRATIS, SU RICHIESTA

AGENZIE DI VENDITA:

Milano-Torino-Genova-Trento-Trieste-Padova-Bologna-Firenze-Roma-Napoli-Bari-Palermo-Cagliari-Tripoli-Bengasi-Cheren

PUBBLICITÀ GRIONI-MILANO

SEDE LEGALE · MILANO ·

DIREZIONE E OFFICINE A DALMINE (BERGAMO)

ANNO XX – VOL. XXXIX – N. 3. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 MARZO 1931 (Anno IX).

Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) L. 120. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA (120) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 50-368

SOMMARIO

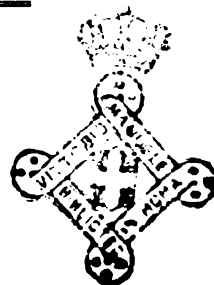
Annata XX. - Vol. XXXIX. 15 marzo 1931. (Anno IX) - N. 3

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La conduttura elettrica alta tensione
Morbegno-Voghera

Redatto dall'Ing. ALFREDO MAZZONI Capo dell'Ufficio Elettrificazione di Milano
per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle FF. SS.

(Vedi Tav. da IV a VII fuori testo)

Riassunto. — L'impianto idroelettrico di Morbegno, costruito nel 1902 dalla Società Adriatica allo scopo di alimentare le Ferrovie Valtellinesi, era rimasto sinora distaccato dalla rete generale primaria delle Ferrovie dello Stato. Ampliato e rinnovato questo impianto, si è riconosciuta l'opportunità di collegarlo colla rete suddetta a mezzo di apposita primaria, al fine di utilizzare sulle altre linee elettrificate l'energia disponibile. Si è pertanto costruita una primaria da Morbegno a Voghera, prevista per una tensione di 60 kV. da Morbegno a Rogoredo per una tensione di 130 kV. da Rogoredo a Voghera, in relazione ad un piano generale di alimentazione della rete elettrificata presente e futura, predisposto dal Servizio Lavori e Costruzioni e che verrà gradualmente messo in esecuzione.

1. GENERALITÀ

Nei primi giorni del mese di marzo 1930-VIII è stato messo in servizio l'ultimo tronco Rogoredo-Voghera, della linea elettrica alta tensione delle Ferrovie dello Stato: Morbegno-Usmate-Rogoredo-Voghera (1).

Questa conduttura è destinata, in un primo tempo, a portare a Voghera, nella rete primaria ligure-piemontese, il supero di energia della Centrale di Morbegno che dopo i lavori di ampliamento recentemente eseguiti (2), resta disponibile oltre la quantità utilizzata per il servizio delle ferrovie Valtellinesi; in seguito la conduttura stessa servirà anche a collegare le sottostazioni della linea ferroviaria Milano-Voghera. A mezzo di trasformatori installati nella Sottostazione di Usmate, allaccianti la nuova linea elettrica alle condutture 20 kV. in arrivo dalla Centrale di Robbiate della Società Edison, riesce pure possibile prelevare energia da questa Centrale.

Da notare che la primaria Morbegno-Voghera costituisce il primo collegamento fra gli impianti elettro-ferroviari della Lombardia e quelli della Liguria-Piemonte, che dalle prime elettrificazioni ad oggi, avevano funzionato completamente isolati fra loro.

* * *

La conduttura elettrica Morbegno-Voghera è formata: da Morbegno a Usmate, di una sola palificazione prevista per due terne, delle quali per ora (1930) ne è montata una sola; e da Usmate a Voghera di due terne su palificazioni distinte.

(1) Il tronco Morbegno-Usmate è stato messo in esercizio nel maggio 1929 ed il tronco Usmate-Rogoredo nell'ottobre stesso anno.

(2) Di questi lavori si fa riserva di pubblicare a parte apposita Relazione.

La tensione di esercizio è attualmente quella di tutta la rete primaria delle Ferrovie dello Stato: 60 kV., ma da Rogoredo a Voghera sia la palificazione che i conduttori sono fino da ora predisposti per un futuro funzionamento a 130 kV.

La frequenza della corrente trasmessa è quella ferroviaria: 16,7 periodi.

2. TRACCIATO.

La lunghezza complessiva della linea risulta di Km. 164, così ripartiti:

Tronco	Morbegno-Colico	Km.	16,5
»	Colico-Lecco	»	39 –
»	Lecco-Usmate	»	24,5
»	Usmate-Rogoredo	»	30,5
»	Rogoredo-Pavia	»	26,5
»	Pavia-Voghera	»	27 –
	TOTALE	Km.	164 –

La linea (fig. 1 e 2) si inizia a quota 227,90 s. m. (Centrale di Morbegno) sorpassa poco dopo il fiume Adda, e si mantiene pianeggiante, su lunghi rettifili, per tutto il tratto *Morbegno-Colico* (Km. 16,5). I terreni attraversati in questo primo tronco sono coltivati in gran parte a prato.

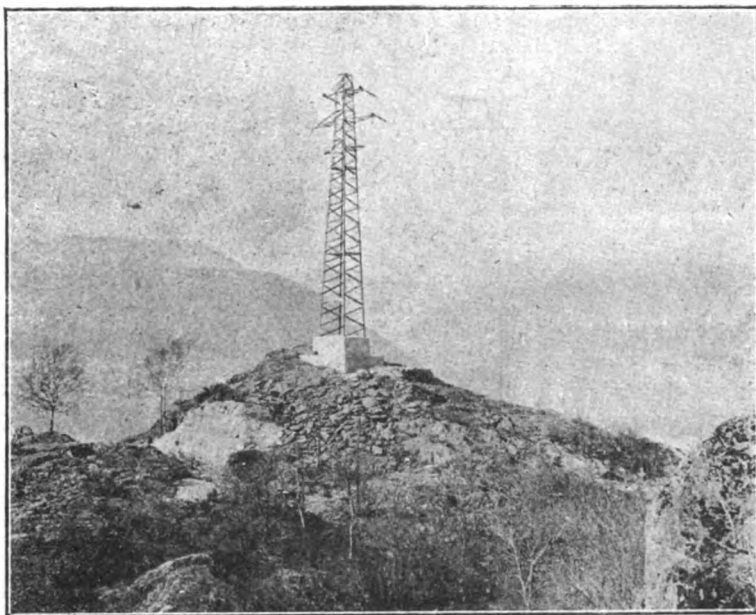



Fig. 3. – Sostegno d'angolo sulla sponda orientale del Lago di Como (presso Olgiasca).

Nel tratto *Colico-Lecco* (Km. 39) la conduttura presenta al contrario un andamento planimetrico e altimetrico molto accidentato, perchè si sviluppa a mezza costa lungo la sponda orientale del Lago di Como (fig. 3-4-5 e 6) inerpicandosi su aspri dossi fino a raggiungere la quota massima di ml. 454. In questo tratto, fra alcuni pali, si hanno dislivelli notevoli; ad esempio in una campata presso Abbadia i sostegni distano fra loro orizzontalmente 352 ml. ed hanno una differenza di quota di ml. 157. I terreni attraversati da questo tronco sono in genere coltivati a bosco e prato, si incontrano tuttavia anche delle zone brulle con roccia affiorante.

Nel tratto *Lecco-Usmate* (Km. 24,5) la linea attraversa di nuovo il fiume Adda presso Calolzio. In questo tronco i dislivelli sono piccoli, ed i terreni attraversati intensamente coltivati ed abitati.

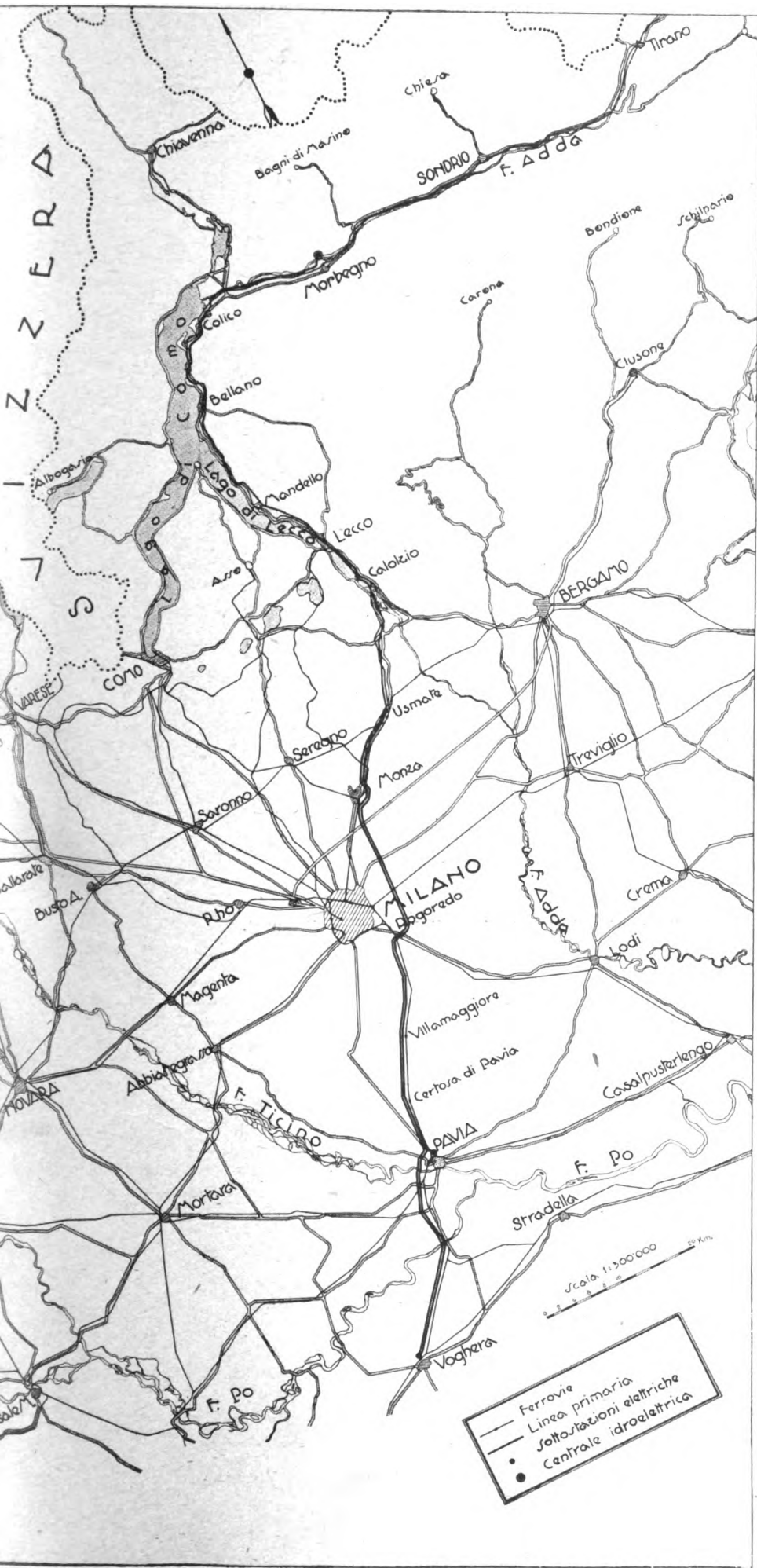



Fig. 1. – Planimetria.

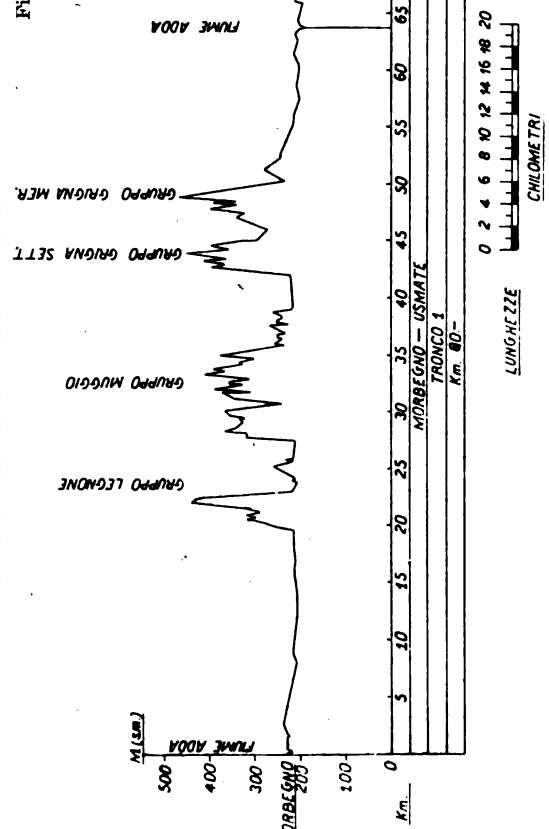



Fig. 2. – Profilo.

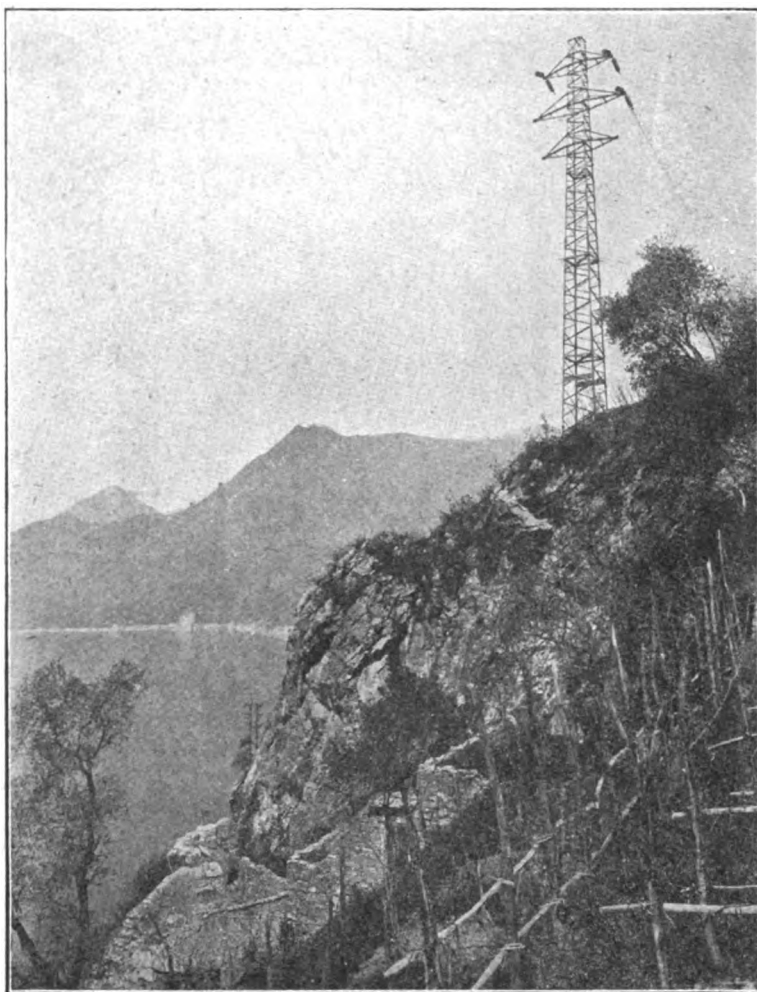



Fig. 4. – Sostegno sulla sponda orientale del Lago di Como (presso Varenna).

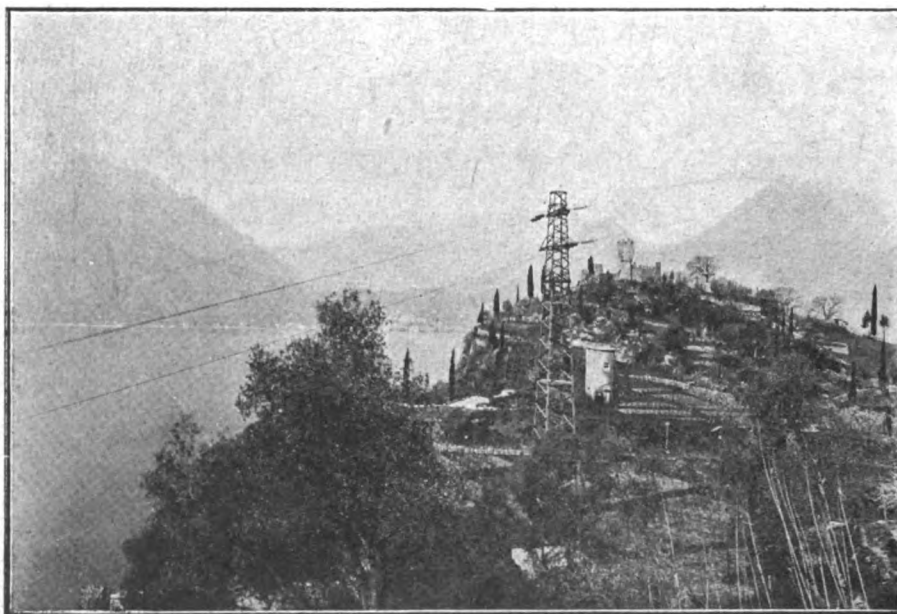



Fig. 5. – Sostegno d'angolo sulla sponda orientale del Lago di Como (presso Varenna).

Ad Usmate-Sottostazione, come sopra detto, termina il tronco di conduttura ad una palificazione e si inizia quello costituito da due terne su palificazioni distinte.

Da *Usmate a Rogoredo* (Km. 30,5) la linea si sviluppa tutta in terreno pianeggiante, intensamente coltivato specialmente dopo Monza. Da notare il tracciato ad arco presso Rogoredo (dove sorgerà la Sottostazione elettrica principale di Milano) imposto dalla servitù areonautica dell'Areodromo di Taliedo.

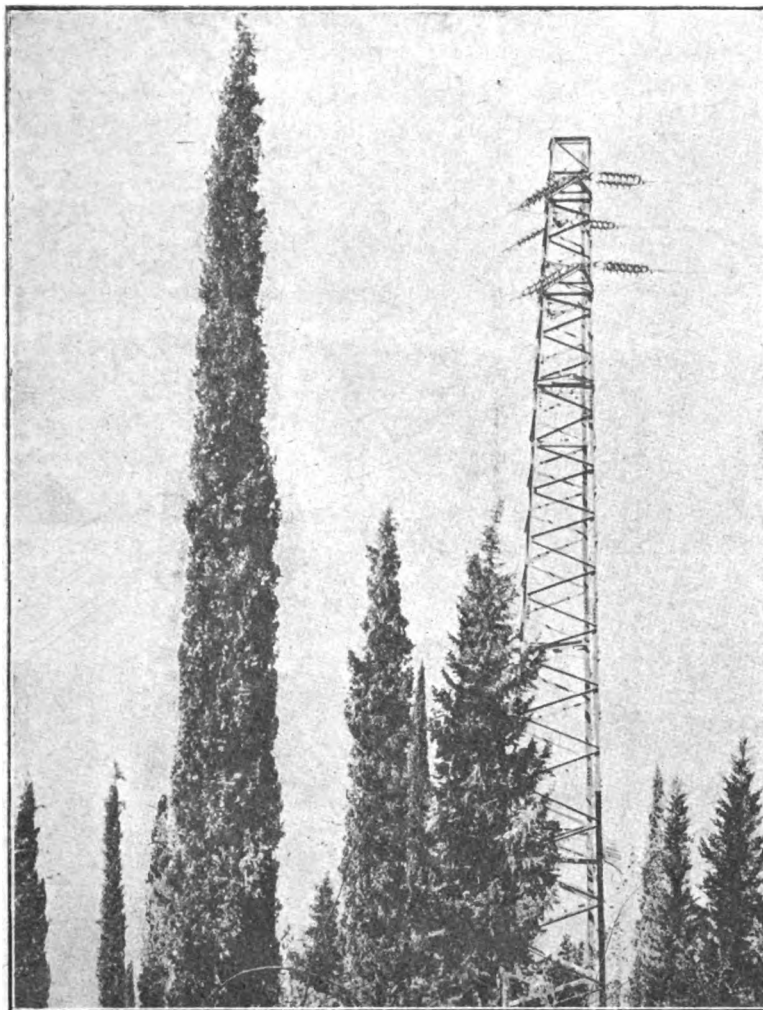



Fig. 6. – Sostegno sulla sponda orientale del Lago di Como (presso Varenna).

Da *Rogoredo al fiume Po* (Km. 38,5) la linea attraversa una successione continua di marcite e risaie (fig. 7 e 8) intersecate da una fitta rete di canali, cavi e rogge; sulle sponde dei fiumi Po e Ticino, il terreno è acquitrinoso e coperto da folti boschi di essenze dolci (fig. 9).

In questo tratto, formato da lunghi rettifili (fino a Km. 7), si incontra la campata più lunga di tutta la linea — ml. 450 — per l'attraversamento del fiume Ticino (fig. 10, 11 e 12).

Il fiume Po viene attraversato, per ora e fino a quando il tronco Rogoredo-Voghera funzionerà a 60 kV., da una terna, a mezzo di mensole fissate alle pile in muratura

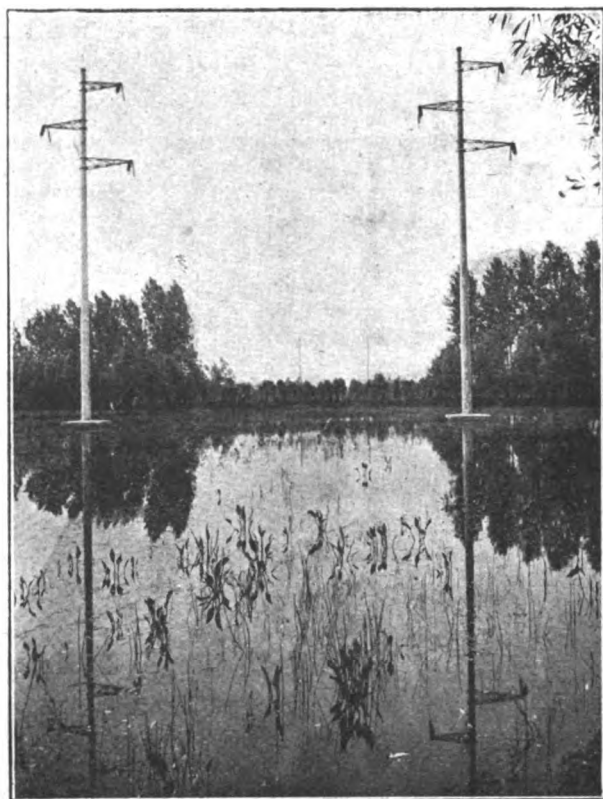



Fig. 7. – Attraversamento delle Risaie presso Locate, con pali SCAC.

del Ponte di Mezzanacorti che serve la ferrovia e la Strada Nazionale Milano-Genova, mentre l'altra terna è portata da pali tubolari fissati alla travata metallica del ponte stesso (fig. 13 e 14).

Quando la conduttura, nel tronco Rogoredo-Voghera, funzionerà a 130 kV. l'attraversamento del fiume Po verrà realizzato con una unica campata lunga circa 1000 ml. già studiata in via di massima.

Dal *fiume Po a Voghera* (Km. 15) la conduttura si sviluppa in terreno pianeggiante coltivato a grano, a prato e a vite.

La linea elettrica Morbegno-Voghera, interessa il territorio di 5 Provincie e 62 Comuni. Dato il suo andamento ed il passaggio vicino a Milano e ad altri centri importanti, presenta numerosissimi attraversamenti, che si possono così ripartire:

SPECIE DI ATTRAVERSAMENTO	TRONCHI		
	Morbegno Usmate Km. 80	Usmate Rogoredo Km. 30,5	Rogoredo Voghera Km. 53,5
Ferrovie dello Stato	16	4	1
Ferrovie Secondarie e Tranvie	3	7	2
Strade 1° classe ed Autostrade	13	3	2
» Provinciali e Comunali	123	38	44
Linee Telegrafoniche di Stato	27	11	7
Linee telefoniche di Società Concessionarie	16	20	10
» » » » Private	28	14	8
» telegrafiche private	—	2	—
Linee elettriche alta tensione (maggiore 500 V.)	17	41	23
Linee elettriche bassa tensione (minore 500 V.)	40	18	12
Teleferiche permanenti	6	—	—
Corsi d'acqua importanti	16	4	6
Canali importanti	7	3	5
TOTALI	342	165	120

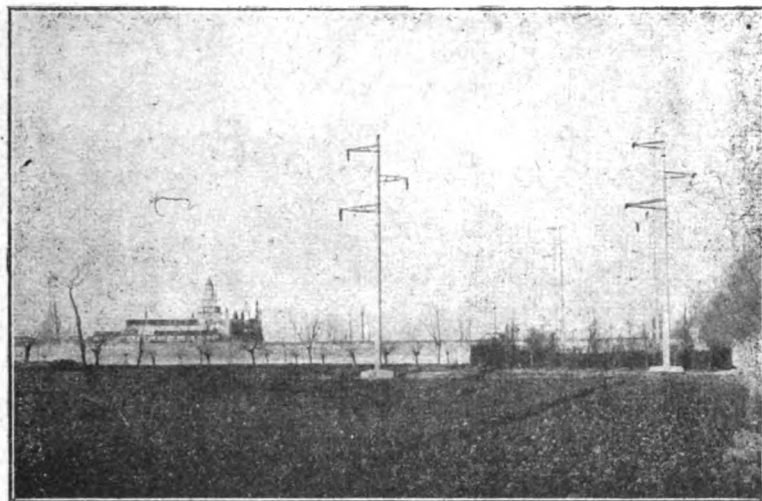



Fig. 8. – Palificazione SCAC presso la Certosa di Pavia.

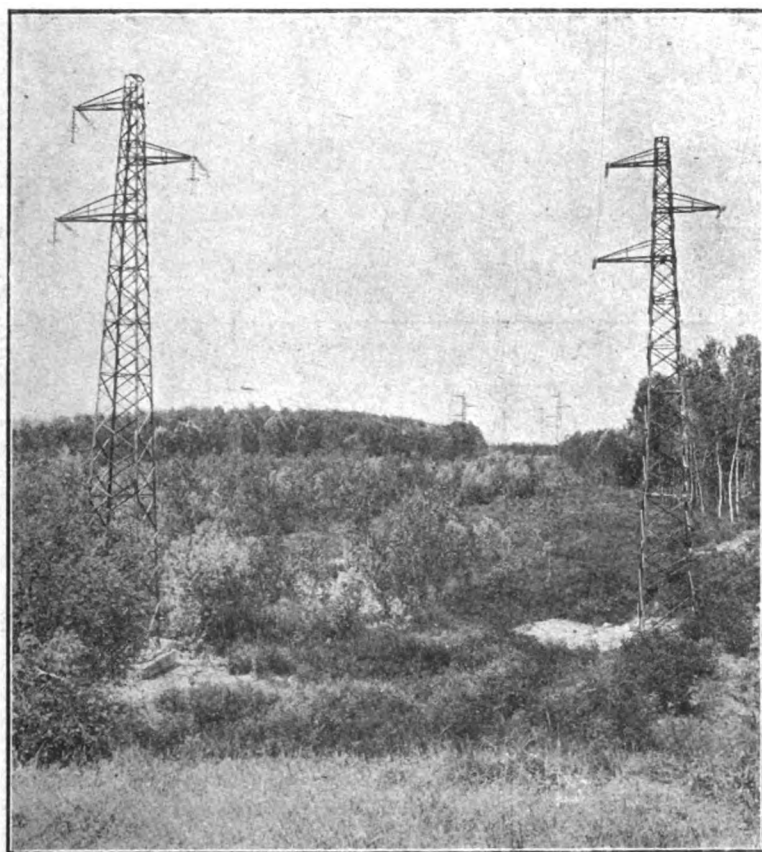



Fig. 9. – Attraversamenti di zone boschive nella golena del Fiume Po.

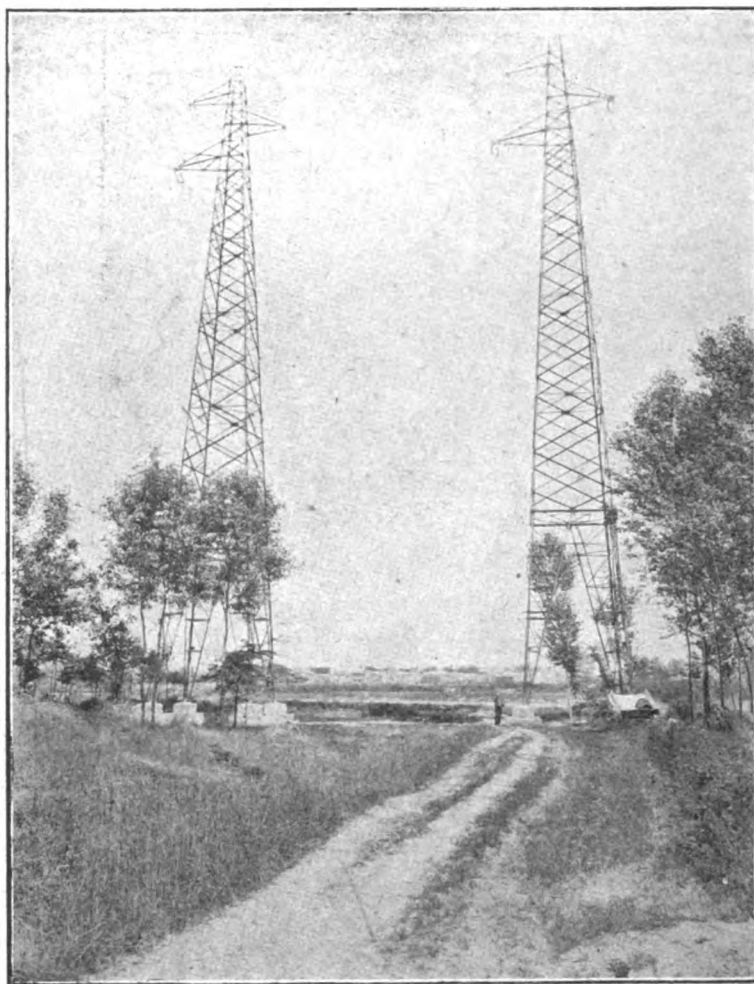



Fig. 10. — Attraversamento del Fiume Ticino presso Pavia.

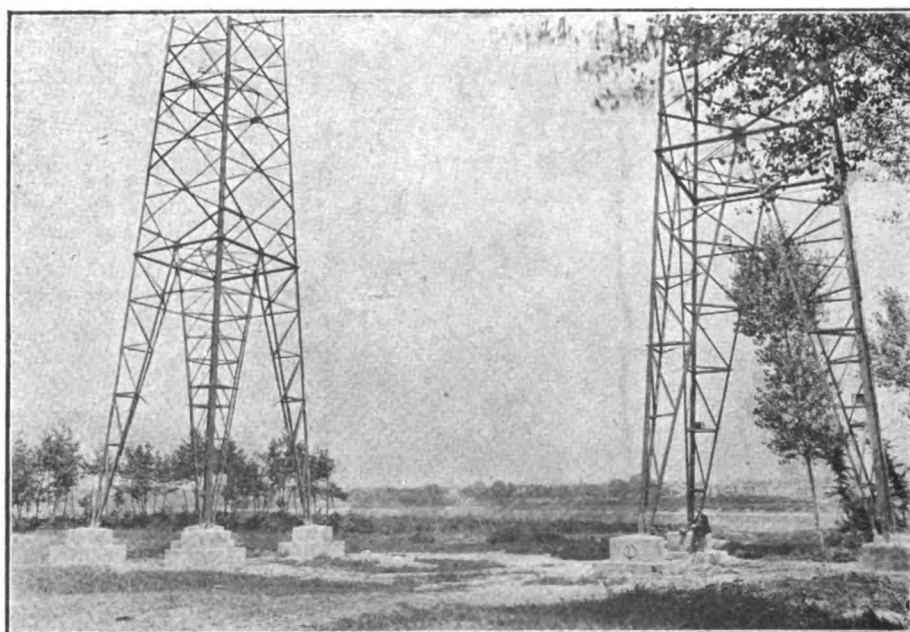



Fig. 11. – Dettaglio dei pali di attraversamento del Fiume Ticino.

Sezionamenti.

Il tronco a una palificazione, Centrale di Morbegno-Sottostazione di Usmate (Km. 80), è limitato agli estremi da interruttori automatici in olio, e lungo il percorso è sezionato da interruttori aerei a corna montati su pali in prossimità rispettivamente della Sottostazione di Colico, della Stazione di Lierna e della Sottostazione di Calolzio.

La lunghezza dei varî tronchi, del tratto a una palificazione, è la seguente:

Morbegno-Colico	Km.	16,5
Colico-Lierna	»	23,5
Lierna-Calolzio	»	23 –
Calolzio-Usmate	»	16,5

Nel tronco a due palificazioni Sottostazione di Usmate-Cabina di Voghera (Km. 84), le due terne sono limitate (in via provvisoria, cioè fino a quando verranno costruite

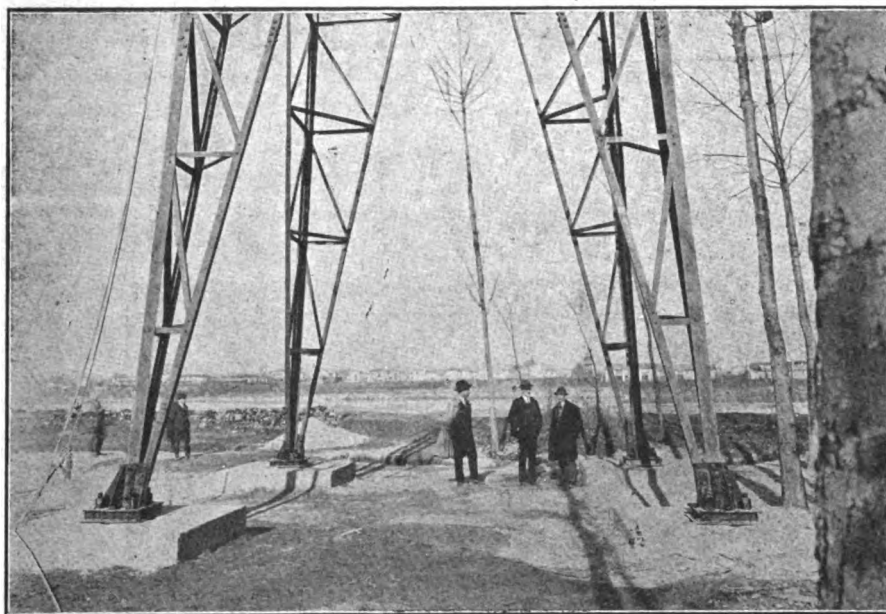



Fig. 12. – Dettaglio dei pali di attraversamento del Fiume Ticino.

le Sottostazioni di Rogoredo, Pavia e Voghera) ad Usmate da interruttori automatici in olio ed a Voghera da interruttori aerei a corna.

Sezionatori aerei intermedi, con interruttori a corna montati su pali, si trovano pure in prossimità della Sottostazione di Monza, della Stazione di Rogoredo e della Stazione (Scalo) di Pavia, per i necessari sezionamenti dipendenti dalle esigenze dell'esercizio.

La lunghezza dei varî tronchi, del tratto a due palificazioni, è la seguente:

Usmate-Monza	Km.	13 –
Monza-Rogoredo	»	17,5
Rogoredo-Pavia	»	26,5
Pavia-Voghera	»	27 –

3. CALCOLO MECCANICO.

A) CONDUTTORI E FUNE DI GUARDIA.

Come conduttore è stato montato filo di rame da mm. 10 di diametro da Morbegno a Rogoredo, dato che questo tronco è previsto per un funzionamento continuato a kV. 60; nel tronco da Rogoredo a Voghera, previsto per un futuro funzionamento a kV. 130, è stata impiegata corda di rame da mm. 13 di diametro da Rogoredo a Pavia, mentre da Pavia a Voghera si è montata corda di alluminio-acciaio da mm. 19 di diametro e corda in lega di alluminio da mm. 18,5 di diametro (tipi Aldrey, Telectal, Almelec) allo scopo di raccogliere sicuri elementi sul pratico comportamento in opera di questi speciali conduttori.

Fig. 13 – Attraversamento del fiume Po presso Bressana.

In qualche particolare campata è stata anche impiegata della corda rame-acciaio di mm. 15 di diametro.

La corda di guardia è, per tutta la linea, in acciaio dolce zincato del diametro di mm. 10.

Le caratteristiche di questi conduttori sono riportate nelle allegate Tabelle I, II, III, IV, V e VI, mentre la Tabella VII contiene utili elementi di raffronto fra conduttori di vario tipo.

La distanza normale minima dei conduttori dal suolo, alla temperatura di + 50° C. è stata fissata in circa ml. 6,30-6,50 per le terne a kV. 60, ed in ml. 7,25-7,30 per quelle a kV. 130.

Negli attraversamenti vennero rispettati i franchi minimi concordati con gli Enti interessati.

Sulla conduttura non sono state eseguite rotazioni dei conduttori.

1. – Impiego dei conduttori di alluminio e sue leghe.

Il buon comportamento dell'alluminio puro, quale materiale per condutture elettriche aeree, è ormai sanzionato da una lunga esperienza, specialmente estera, che risale all'aprile 1897, epoca nella quale fu posta in esercizio nella stazione di Chicago la prima linea di questo metallo.

Recenti relazioni di accurati ed esaurienti esami e studî pratici, eseguiti sugli impianti più antichi montati con conduttori di alluminio, hanno confermato che

nessuna preoccupazione può più sussistere circa le azioni corrosive su tale metallo, non solo in atmosfere industriali dense di fumo e di gas, ma anche in presenza di salsedine dovuta alla vicinanza del mare, sempre che il metallo impiegato sia ad alto titolo di purezza (99,5 %).

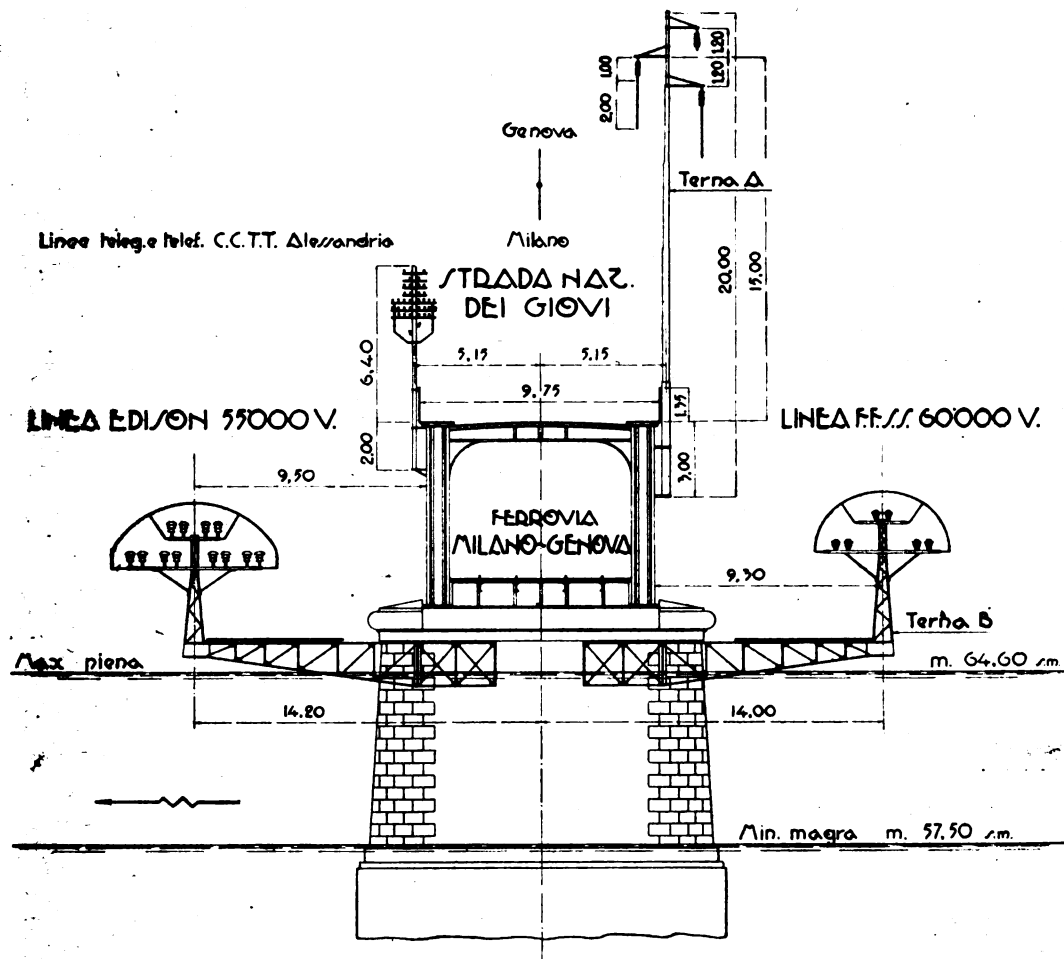



Fig. 14 – Sezione trasversale del Ponte di Mezzanacorti sul fiume Po.

Le corde alluminio-acciaio furono realizzate, su studi dell'ing. W. Hoopes di Pittsburg, nel 1907 ed i risultati ottenuti con l'impiego di questo tipo di conduttore sono stati lusinghieri.

Esperienza più breve si ha per i conduttori in leghe di alluminio.

Complessivamente alla fine 1930 sono impiantati nel mondo oltre 500 mila chilometri di conduttori formati con alluminio (1).

Fra le installazioni più importanti rammenteremo, all'estero:

— gli elettrodotti sperimentali in alluminio dell'Isola di Sylt nel Mar del Nord (2) e quelli di Larne Harbour in Irlanda (3);

(1) Cfr. *Alluminium Broadcost*, n. 39, ottobre 1930.

(2) Schmitt, *Aluminium Zeitschrift*, aprile 1929.

(3) Johnstone Wright & C. W. Marshall, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, n. 390, giugno 1929.

— la Rete Statale Inglese d'interconnessione (Grid Transmission System) kV. 132 con conduttori di alluminio-acciaio di diametro esterno mm. 19,6 (1);

— la estesissima rete dell'America del Nord in cui primeggiano gli impianti della Southern California Edison C.o e della Great Western Power Co.;

— la linea Puidoux-Rupperswil delle Ferrovie Federali Svizzere (Km. 160 a kV. 132) monofase, con conduttori in lega di alluminio (Aldrey).

Ed in Italia:

— la linea Cardano-Cislago della Società Idroelettrica Piemonte (S. I. P.) (kilometri 242 a 220 kV.) con conduttori parte in alluminio-acciaio e parte in lega Aldrey (2);

— alcune linee della Società Meridionale di Elettricità (S. M. E.) a kV. 150 per circa Km. 350 con conduttori in alluminio-acciaio e, in costruzione, a kV. 70 per circa Km. 100, in lega Aldrey (3).

Per le linee ad altissima tensione i conduttori di alluminio e sue leghe presentano, nei confronti di quelli di rame, il vantaggio di un maggior diametro, per cui dànno luogo, con le sezioni correnti, a perdite per effetto corona praticamente trascurabili. È inoltre da notare che questi conduttori, assumendo, per il più basso peso specifico, una freccia sensibilmente minore di quella dei conduttori di rame, richiedono sostegni meno alti. Peraltro il maggior diametro dei conduttori di alluminio, dando luogo ad una correlativa maggiore azione sui pali, porta ad un aumento delle sollecitazioni nelle membrature degli stessi.

Concorre in tale aumento anche il fatto che i sostegni per conduttori di alluminio, richiedono mensole più lunghe ed altri artifici per evitare che il conduttore, leggero e di grande diametro, e quindi più facilmente spostabile dalla verticale per effetto del vento, si avvicini troppo alla carpenteria metallica.

Nell'impianto descritto in questa Memoria, per motivi varî e specialmente per omogeneità di costruzione, si è mantenuta la stessa struttura sia ai pali per i conduttori di rame sia a quelli per i conduttori di alluminio. In questi ultimi sostegni tuttavia si sono allungate le mensole e rinforzate le piastre di unione delle testate, per tener conto dei più elevati sforzi di torsione prodotti dai conduttori di alluminio, come sopra accennato.

a) *Corda alluminio-acciaio.*

La corda impiegata, le cui caratteristiche risultano dalla tabella IV, è stata interamente costruita in Italia e sottoposta a rigorosi controlli contemplati in apposito capitolato di collaudo.

È stato scelto un rapporto tra le sezioni acciaio-alluminio di $1/4{,}29 = 23{,}3/100$ che rientra fra quelli usualmente adottati.

Nei conduttori bimetallici ha interesse la ricerca dei valori virtuali del modulo di elasticità dell'intera corda (Ev), del coefficiente di dilatazione termico (αv), definiti

(1) *La grande rete statale delle linee di trasporto di energia elettrica in Inghilterra ed i conduttori di alluminio-acciaio, Elettrotecnica*, n. 1, 1930.

(2) Ing. A. Dalla Verde, *La linea a 220 kV. da Cardano a Cislago del gruppo S. I. P.*, in *L'Energia Elettrica*, fasc. I, gennaio 1930.

(3) Ingg. Motti e Ferrando, *L'energia elettrica degli impianti Silani*, in *L'Energia Elettrica*, agosto-ottobre-novembre 1927.

nello stesso modo dei conduttori omogenei, nonchè la predeterminazione della ripartizione delle sollecitazioni fra i due elementi componenti.

I valori virtuali di cui sopra, vengono, come noto, determinati analiticamente ammettendo la impossibilità di scorrimento longitudinale di un componente rispetto all'altro: le esperienze eseguite e la lunga pratica hanno dimostrato che i valori virtuali così determinati sono rispondenti alla realtà e soddisfacenti per ogni calcolo di carattere industriale.

Detto Ea ed Ef rispettivamente i moduli di elasticità dell'alluminio e dell'acciaio; Sa ed Sf le sezioni dell'alluminio e dell'acciaio, risulta:

$$Ev = \frac{Ea\ Sa + Ef\ Sf}{Sa + Sf}$$

dove al secondo membro sono tutte quantità determinate dalle dimensioni e dalle qualità meccaniche dei materiali costituenti la corda bimetallica.

Introducendo il rapporto $K = \frac{Sa}{Sf}$,

si ottiene

$$Ev = \frac{K\ Ea + Ef}{K + 1}$$

Il modulo di elasticità così determinato si può applicare per ogni allungamento solidale dell'alluminio e dell'acciaio, sinchè questi obbediscano alle leggi della elasticità.

Nella scelta dei moduli Ea ed Ef conviene tuttavia introdurre opportuni coefficienti di minorazione, per tenere conto delle riduzioni che i valori di tali moduli subiscono per effetto della cordatura; solitamente tali coefficienti si assumono per l'alluminio = 0,80-0,85 e per l'acciaio = 0,93-0,96.

Di regola vengono garantiti: per l'alluminio

$$Ea = 6800 \text{ Kg./mmq.}$$

per l'acciaio

$$Ef = 20.000 \text{ Kg./mmq.}$$

Per la corda alluminio-acciaio impiegata sulla linea in esame, il modulo di elasticità virtuale è stato assunto in 8500 Kg./mmq.

Il coefficiente di dilatazione lineare virtuale (αv) per una corda bimetallica, viene determinato tenendo presente che espandendosi e contraendosi maggiormente l'alluminio dell'acciaio, ad ogni variazione di temperatura si verifica uno scambio di sollecitazioni fra i due metalli. Più particolarmente, diminuendo la temperatura, l'alluminio tende a prendere parte del carico portato dall'acciaio; aumentando la temperatura, il carico diminuisce gradualmente nell'alluminio passando nell' acciaio e quest' ultimo, col graduale aumento di sollecitazione, sarà più stirato, compensando elasticamente l'accresciuto allungamento dell'alluminio, dovuto alla sua maggiore dilatazione termica. Verrà infine un momento in cui l'alluminio sarà completamente scarico, e tutto lo sforzo sarà sostenuto dall'acciaio.

Considerando appunto questa condizione « limite » e ammettendo che fino a quel momento gli allungamenti si siano mantenuti uguali per i due metalli, si calcola il coefficiente di dilatazione lineare totale.

Detto αa, αf, i coefficienti di dilatazione lineare rispettivamente dell'alluminio e dell'acciaio, coi simboli già usati risulta:

$$\alpha v = \frac{\alpha a \; Ea \; Sa + \alpha f \; Ef \; Sf}{Ea \; Sa + Ef \; Sf}$$

ovvero

$$\alpha v = \frac{K \; \alpha a \; Ea + \alpha f \; E^f}{K \; Ea + Ef}$$

Per i calcoli industriali si possono assumere i valori medi

$$\alpha a = 23{,}51 \times 10^{-6} \qquad \alpha f = 12 \times 10^{-6}$$

Nel caso in esame risulta $\alpha v = 18{,}50 \times 10^{-6}$

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti sugli elementi costituenti la corda, si usano formule ottenute con ricerche analitiche che tengono conto delle modalità e della temperatura di cordatura, ecc. (1); nel caso in esame si è verificato che nelle più gravose condizioni di carico e temperatura, le sollecitazioni specifiche non superassero i limiti prefissi.

b) *Corda in lega di alluminio.*

Le caratteristiche della corda monometallica impiegata sul tronco Pavia-Voghera risultano dalla tabella V.

Tale corda è stata costruita interamente in Italia, sotto le classificazioni commerciali di Aldrey, Almelec, Telectal.

Sostanzialmente però, questi metalli hanno all'incirca le medesime caratteristiche fisiche e la seguente approssimata composizione chimica percentuale:

Alluminio	98,70
Silicio	0,60
Magnesio	0,40
Ferro	0,30
Totale	100 —

Meccanicamente le corde in leghe di alluminio hanno il pregio di possedere un'alta resistenza alla trazione (paragonabile a quella del rame) ottenuta con una serie di delicati trattamenti termici, che tuttavia non pregiudicano la conducibilità elettrica del conduttore, la quale risulta di poco ridotta rispetto a quella dell'alluminio puro (*mho/mmq/m*: 31 contro 35).

In confronto ai conduttori di rame quelli in lega alluminio presentano, a pari conducibilità, un peso unitario molto più basso (circa 55 %) ed una resistenza meccanica totale molto più elevata (circa 50 %). Per queste caratteristiche tali conduttori, a pari grado di sicurezza rispetto agli equivalenti conduttori di rame, dànno luogo a frecce più piccole, ciò che li può rendere convenienti nelle condutture a lunghe campate.

2. Criteri di tesatura.

Agli effetti della tesatura, per ogni tipo di conduttore è stato fissato, in corrispondenza della temperatura base media di + 15°/20°, un particolare valore della tensione meccanica.

(1) Ing. F. Neri, *Calcolo meccanico dei conduttori bimetallici*, in *L'Energia Elettrica*, fasc. XII, dic. 1927.

Si è poi verificato che nelle condizioni più sfavorevoli di sovraccarico e di temperatura e per qualsiasi campata, la tensione meccanica non superasse il valore massimo consentito dal conduttore, in relazione al carico di rottura ed al grado di sicurezza voluto.

Si è usato questo metodo per tener conto del fatto che sulle linee ad isolatori sospesi, in tutte le catenarie comprese fra due amarri, la tensione meccanica si mantiene sempre uguale.

È noto il comportamento dei conduttori sospesi a catene semplici di isolatori, in dipendenza a variazioni di temperatura e di sovraccarico (1). Le catene di sospensione semplice, comprese fra due amarraggi si spostano dalla verticale nel senso di diminuire la lunghezza della campata che risulterebbe più sollecitata e di aumentare quella della campata meno cimentata, provocando in ciascuna luce una variazione di freccia in senso opposto alla variazione di tensione che verrebbe provocata dalle variazioni di condizioni, qualora i punti di appoggio fossero fissi. Ne risulta, anche dopo la variazione di condizioni, una sollecitazione unica che corrisponde a quella che si avrebbe, a pari condizioni di temperatura e di carico, nella cosiddetta «campata virtuale» (2) definita dalla relazione

$$l\,v = \sqrt{\frac{\Sigma\, l^3}{\Sigma\, l}}$$

Determinata la campata virtuale dei varî tronchi compresi fra due ormeggi, si sono preparate le tabelle di posa contenenti i valori delle frecce e delle tensioni per differenti campate e per piccoli salti di temperatura compresi fra 0° e + 30°.

È stato quindi agevole, in sede di tesatura, determinare, con semplici interpolazioni la tensione da attribuire al conduttore in relazione alla temperatura ambiente esistente all'atto della posa, e la corrispondente freccia.

Questo computo è risultato in pratica agevolato dal fatto che la tesatura è stata eseguita, per la maggior parte della linea, alla temperatura media posta a base delle tabelle (+ 15°/20°) (3).

(1) Ing. K. LANGHARD, *Contributo al calcolo delle condutture elettriche*, in *E. T. Z.*, n. 32, agosto 1928.

(2) Ing. DALLA VERDE A., *La linea a 135.000 V. dalla Valle di Aosta a Torino*, in *Elettrotecnica*, n. 9, marzo 1927.

(3) *Breve richiamo delle principali formule:*

Con le notazioni:

- E modulo di elasticità in Kg./mmq.,
- α coefficiente di dilatazione termico lineare del conduttore,
- l campata in ml,
- θ_1 θ_2 temperature in gradi centigradi,
- p_1 p_2... pesi del conduttore, con eventuale sovraccarico, alle temperature θ_1 θ_2... in Kg./mmq./ml.
- t_1 t_2... tensioni del conduttore nelle condizioni p_1 θ_1, p_2 θ_2.. in Kg./mmq.
- f^1 f_2 frecce del conduttore nelle condizioni p_1 t_1; p_2 t_2 in ml.,

la relazione generale, che lega tra di loro p, t, f ed l è la seguente:

$$f = \frac{p\,l^2}{8t} \ (1) \quad \text{ossia} \quad t = \frac{p\,l^2}{8f} \ (1\ \text{bis})$$

L'equazione generale di equilibrio, per campate con isolatori rigidi, è, per variazioni da p_1 θ_1 a p_1 θ_2:

$$l^2 \left(\frac{p_1^2}{24\,t_1^2} - \frac{p_2^2}{24\,t_2^2}\right) + (\theta_2 - \theta_1)\,\alpha + (t_2 - t_1)\,\frac{1}{E} = \theta \ (2)$$

La (2) vale ugualmente per campate con isolatori sospesi, quando alla campata reale l si sostituisce la «campata virtuale» definita dalla relazione

$$lv = \sqrt{\frac{\Sigma\, l^3}{\Sigma\, l}}$$

3. – DATI ASSUNTI.

a) *Sovraccarichi e sollecitazioni nei conduttori.*

Si sono prese in esame le seguenti tre ipotesi di carico:

1. Manicotto di ghiaccio di mm. 11,5 di spessore per il filo di rame e per la fune di guardia, e di mm. 12,5 di spessore per le corde, senza vento.

2. Solo vento a 130 Km./ora, corrispondente al carico $F = 75\ d\ L$, ove d è il diametro ed L la lunghezza in metri del conduttore.

3. Manicotto di ghiaccio di mm. 8 di spessore con vento a 90 Km.-ora.

La prima condizione risulta la più gravosa e corrisponde ai seguenti valori del coeffi-

---

vale a dire che, in una serie successiva di campate $l_1\ l_2 ... \ l_n$ ad isolatori sospesi, compresi tra due amarri, variando temperatura e sovraccarico, la tensione varia in modo da risultare sempre soddisfatta la

$$\frac{\Sigma\ l^3}{\Sigma\ l}\left(\frac{p_1^2}{24\ t_1^2} - \frac{p_2^2}{24\ t_2^2}\right) + (\theta_2 - \theta_1)\ \alpha + (t_2 - t_1)\ \frac{1}{E} = O \quad (2\ \text{bis})$$

Dalla stessa si deriva anche lo spostamento dalla verticale delle singole catene, nel passaggio delle condizioni $p_1\ \theta_1$ a quelle $p_2\ \theta_2$; ed ancora, se ne ricava la formula che fornisce la « campata limite », vale a dire quella campata che stabilita una tensione massima $t max$ che non si vuol superare, e i valori $p^1\ \theta_1$, $p_2\ \theta_2$ con $p_2 > p_1$, $\theta_2 > \theta_1$, separa due serie di campate: quelle più corte, nelle quali la massima sollecitazione si ha nelle condizioni $p_1\ \theta_1$ e quelle più lunghe nelle quali la massima sollecitazione si verifica nelle condizioni $p_2\ \theta_2$

La formula è:

$$l = 4.9\ t\ max\ \sqrt{\frac{(\theta_1 - \theta_2)\ \alpha}{p_1^2 - p_2^2}} \quad (3)$$

Nel caso di una linea ad isolatori sospesi, la « campata limite » è da intendersi naturalmente come « campata virtuale ».

Per il calcolo della freccia è anche usata la formula seguente derivata dalla (2):

$$f_2^3 - f_2 \left\{ f_1^2 + \frac{3}{8}\ l^2 \left[\alpha\ (\theta_2 - \theta_1) - \frac{t_1}{E} \right] \right\} - \frac{3}{64}\ \frac{p_2\ l^4}{E} = O \quad (4)$$

che dà la freccia f_2 per variazioni di sovraccarico e di temperatura da $p_1\ \theta_1$ a $p_2\ \theta_2$.

Essa si può anche mettere sotto la forma:

$$f_2^3 - f_2 \left\{ f_1^2 + \left[0{,}375\ \alpha\ (\theta_2 - \theta_1)\ l_2 \right] - \frac{0{,}047\ l^4\ p_1}{E\ f_1} \right\} - \frac{0{,}047\ l^4\ p_2}{E} = O \quad (4\ \text{bis})$$

Ottenuta la freccia, si può ricavare la tensione corrispondente, applicando la (1 bis).

Quando interessi conoscere il valore della sola tensione, si può far uso della relazione, ugualmente derivata dalla (2)

$$t_2^3 + t_2^2 \left[\frac{p_1^2\ l^2\ E}{24\ t_1^2} + (\theta_2 - \theta_1)\ \alpha\ E - t_1 \right] - \frac{p_2^2\ l^2\ E}{24} = O \quad (5)$$

per variazioni da $p_1\ \theta_1$ a $p_2\ \theta_2$.

Per i conduttori in acciaio-alluminio (o bimetallici in genere) valgono le stesse formule, in cui vengono sostituiti al posto di E ed α i loro valori virtuali Ev, α ricavati con le formule citate. In questo caso la tensione t ricavata dalle formule, deve intendersi naturalmente riferita all'intera sezione acciaio-alluminio della corda.

La sollecitazione effettiva $t\,a$ per l'alluminio si ottiene dalla

$$t_a = t\ \frac{K + 1}{K + \frac{E\,f}{E_a}} \quad (7)$$

e quella $t\,f$ per l'acciaio, dalla

$$t\,f = t\ \frac{K + 1}{\frac{K\,E_a}{E\,f} + 1}$$

in cui K è il rapporto tra la sezione dell'alluminio e quella dell'acciaio.

ciente di sovraccarico, inteso quale rapporto fra il carico risultante ed il peso del conduttore nudo:

Filo rame diametro mm. 10:
$m = 2$, pari ad un sovraccarico di Kg. 0,70 per ml.
Corda rame diametro mm. 13:
$m = 2$, pari ad un sovraccarico di Kg. 0,95 per ml.
Corda alluminio-acciaio diametro mm. 19:
$m = 2,40$, pari ad un sovraccarico di Kg. 1,10 per ml.
Corda in lega di alluminio diametro mm. 18,5:
$m = 2,85$, pari ad un sovraccarico di Kg. 1,00 per ml.
Fune di guardia in acciaio diametro mm. 10:
$m = 2,50$, pari ad un sovraccarico di Kg. 0,70 per ml.

I limiti di temperatura previsti sono — 15° e + 50°.

Con tali ipotesi, fissata una determinata tensione meccanica alla temperatura di +15°/20°, suggerita dalla pratica, si è verificato che a —15°, con i sovraccarichi indicati, i conduttori fossero cimentati con un sufficiente grado di sicurezza.

La sopradetta tensione meccanica è stata assunta in 6,5/7 Kg./mmq. a +20° per i conduttori di rame, di acciaio, e di rame-acciaio, ed in 3/3,50 Kg./mmq. a +15° per i conduttori di alluminio.

In queste condizioni, le sollecitazioni massime non superano i 13/14 Kg./mmq. per il rame e i 16 Kg./mmq. per l'acciaio zincato della corda di guardia.

Per le corde in leghe di alluminio il massimo carico non supera gli 8 Kg./mmq. e per la corda alluminio-acciaio gli 8,5 Kg./mmq., riferito all'intera sezione (*).

b) *Collaudo dei materiali.*

Il collaudo dei materiali è stato eseguito sulla base di appositi capitolati.

Speciale cura e numerose esperienze ha richiesto la saldatura del filo elementare in lega di alluminio, che in un primo tempo dava luogo ad una riduzione del 50 % della resistenza meccanica del filo; in seguito, adottati speciali accorgimenti durante la saldatura ed eseguita una conveniente successiva ricottura, si sono realizzate, in lavorazione corrente, delle unioni aventi, rispetto al filo, una resistenza meccanica del 70-75 %.

La corrispondenza della tensione meccanica di posa ai valori prefissati, è stata controllata sulla intera linea col noto « Metodo dell'impulso » (1); con ottimi risultati.

B) PALI E MENSOLE.

Per tutta la linea sono stati impiegati pali di ferro del tipo comune a traliccio, salvo che sul tronco Rogoredo-Pavia nel quale si sono montati sostegni in cemento armato centrifugato e nel tronco Colico-Monza dove, nei tratti in sede ferroviaria, i conduttori sono portati da pali tubolari di ferro. Le mensole sono tutte in ferro.

Nel tratto a doppia palificazione Usmate-Voghera, l'interasse dei pali è stato assunto di ml. 10 da Usmate a Rogoredo (60 kV.) e di ml. 22 da Rogoredo a Voghera, per tener conto del futuro funzionamento di questo ultimo tronco a 130 kV.

(*) Il basso valore della tensione nei conduttori di alluminio, acciaio e in lega di alluminio è dipeso dal fatto che tali conduttori sono stati montati i pali previsti per conduttori di rame e per i quali pertanto non potevano essere superati i limiti di tiro già prefissati (Nota del Servizio L. C.).

(1) Ing. A. MAZZONI, *Nota sulla misura delle frecce e delle tensioni meccaniche nelle linee aeree*, in *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, n. 1, luglio 1929 ed Appendice sulla stessa Rivista, n. 3, settembre 1930.

La campata normale è per tutta la linea di ml. 200, tranne che nel tronco Morbegno-Colico, dove, in dipendenza dei maggiori possibili sovraccarichi di neve, si è ritenuto dal Servizio prudente limitare la lunghezza della campata a 160 ml. per potere abbassare il valore della tensione massima di lavoro dei conduttori, e nel tratto Rogoredo-Pavia, montato con pali di cemento armato centrifugato (SCAC), nel quale la campata normale di ml. 180, essendo questa la massima tesata consentita dall'altezza dei sostegni di linea di questo tipo, tenuto conto del franco sul terreno che si è voluto assicurare con la tensione kV. 130 (v. paragrafo 3° *A*).

1. – PALI IN FERRO.

Le caratteristiche dei pali a traliccio per due terne kV. 60 risultano dalla tab. VIII; quelle dei pali ad una terna 60 kV. dalla tabella IX e quelle dei pali per una terna kV. 130 dalla tabella X.

I pali normali di linea, sia ad una che a due terne, sono previsti per campate di ml. 200 e per angoli fino a 3°; si sono studiati poi tipi per angoli di 10°, 20°, 30° oltre che tipi di attraversamento e di amarro, che servono anche quali pali d'angolo da 30° a 60°. (Tav. IV).

La necessità di realizzare, nelle migliori condizioni, i numerosissimi attraversamenti della linea, ha richiesto lo studio, per ogni tipo di palo, di varî sottotipi derivati, aventi diverse altezze. Ad esempio, per il palo d'amarro a 130 kV. si va da un tipo fondamentale di altezza ml. 21 fuori terra, ad un sottotipo alto ml. 35; e per quello di sospensione semplice dal tipo base di ml. 23 fino a quello alto ml. 35 fuori terra.

Le differenti altezze si sono ottenute, per quanto è stato possibile, lasciando inalterate le parti superiori e medie del tipo fondamentale, e variando il solo tronco inferiore.

Sulla linea furono impiegati, in complesso, i tipi di pali che risultano dalla seguente Tabella:

TIPI DI PALI	TRONCHI				Totali
	Morbegno Usmate (1)	Usmate Rogoredo (2)	Rogoredo Pavia (3)	Pavia Voghera (4)	
Pali normali	172	208	258	222	860
» per 10°	78	14	10	—	102
» » 20°	35	6	2	8	51
» » 30°	15	—	6	—	21
» di amarro e di attraversamento	97	57	32	36	222
» tubolari semplici	88	99	—	9	196
» » doppi	63	29	4	10	106
Mensole sul ponte del F. Po	—	—	—	11	11
TOTALE N.	548	413	312	296	1569
Lunghezza dei tronchi Km.	80	30,5	26,5	27	164
Campata normale m.	200 (160)	200 (120)	180	200	—
Campata media reale m,	145	149	170	183	160

(1) Pali per 2 terne 60.000 *V*. – Nel tratto Morbegno-Colico la campata normale è ml. 160.

(2) Pali per 1 terna 60.000 *V*. – Due palificazioni delle quali una tra Usmate e Monza, in sede ferroviaria con pali tubolari, campata normale ml. 120,

(3) Pali per 1 terna 130.000 *V*. – Tipo S. C. A. C. – Due palificazioni.

(4) Pali per 1 terna 130.000 *V*. – Due palificazioni.

Fig. 15. – Pali TT 1 e TT 2 per l'attraversamento del fiume Ticino.

Particolare menzione meritano i quattro pali di attraversamento del fiume Ticino che sono alti, fuori terra: ml. 39,10 i due in sponda sinistra, e ml. 44,80 quelli della sponda destra, con una larghezza alla base rispettivamente di ml. 5,30 e 5,95 ed un peso di kil grammi 13.400 e 14.200 (fig. 15).

a) *Norme generali di calcolo.*

Tutti i pali a traliccio sono stati progettati a base quadrata ed a semplice tronco di piramide dalla base alla testa.

I profili minimi adottati sono il 50 × 50 × 5 per i montanti e il 40 × 40 × 4 per le diagonali.

Le verifiche di stabilità sono basate sulle seguenti caratteristiche fondamentali dei profilati di ferro omogeneo impiegati:

Carico al limite di elasticità: 24 Kg./mmq.
Carico di rottura: 38/44 Kg.-mmq.
Allungamento: 22/26 %.

I profilati sono stati tutti rigorosamente collaudati.

Il palo normale di rettifilo, previsto per campata di ml. 200 ad angolo di deviazione 3° è stato calcolato in modo da resistere, lavorando entro il carico di sicurezza di 1200 Kg.-cmq.: all'azione del vento (velocità 130 Km./ora in senso normale alla linea) sui conduttori, isolatori, fune di guardia e palo, oltre che al peso proprio ed a quello dei conduttori, fune di guardia, ecc. e all'effetto dell'angolo.

È stata inoltre, come da prescrizione del Servizio L. C., eseguita una verifica, supponendo rotto il conduttore superiore con carico di ghiaccio di 11,5 o 12,5 mm. di spessore e vento nullo, assumendo la tensione dovuta al conduttore rotto, uguale all'80 % di quella massima; ed un'altra verifica nel caso di rottura dello stesso conduttore più alto, senza ghiaccio, e contemporanea sollecitazione di vento a 130 Km./ora, assumendo anche in questa ipotesi quale tensione dovuta al conduttore rotto, l'80 % di quella effettiva in tale ipotesi.

Queste due ultime verifiche sono molto importanti per le sollecitazioni di torsione cui dànno luogo nelle diagonali e nei chiodi dei tronchi superiori del palo *. Con queste ipotesi il grado di sicurezza non si è tenuto nei limiti prescritti dalle formule F. S., ma si è assunto uguale a 1,5 rispetto al carico critico di flessopressione dato dalle note formule di Eulero e di Tetmajer.

Il calcolo è stato condotto analiticamente e anche per via grafica con diagrammi cremoniani, in modo da ricavare gli sforzi di ogni singola membratura (1); eseguendo distinti diagrammi per gli sforzi dovuti al vento sul palo e per quelli dovuti al vento sui conduttori e all'effetto dell'angolo.

Per i pali di angolo, si è scelta la condizione più sfavorevole data dalle due ipotesi seguenti:

1. vento nullo e manicotto di ghiaccio sui conduttori di 11,5 o 12,5 mm. di spessore a − 15°;

(*) Il servizio L. C:, in base all'esperienza di esercizio sia delle proprie linee che di linee di Società private, ha riconosciuto la necessità di tener conto degli sforzi di torsione nel calcolo dei pali a traliccio ed ha introdotta tale prescrizione nei progetti delle linee eseguite dal 1926 in poi (Nota del Servizio L. C.).

(1) Prof. G. RÈBORA, *Pali a traliccio per linee elettriche*, « *Elettrotecnica* », n. 25, settembre 1922.

2. vento in ragione di 130 Km./ora a +20°, con le particolari tensioni assunte dai conduttori sotto l'azione di questo carico di solo vento, date le tensioni di posa stabilite.

La seconda ipotesi riesce quasi sempre la più gravosa.

Per i pali di attraversamento, da servire anche quali sostegni di amarro o d'arresto nei lunghi rettifili, è stata scelta la più sfavorevole delle due ipotesi:

1. sovraccarichi previsti nelle « Norme » per attraversamento F. S.

2. rottura di tutti i conduttori e della fune di guardia con manicotto di ghiaccio di 11,5 o 12,5 mm. di spessore, a – 15° senza vento, con le particolari tensioni che si raggiungono con questi sovraccarichi date le tensioni di posa stabilite.

Per questi pali, nella verifica a torsione delle diagonali, supposto rotto il conduttore più alto, senza riduzione del tiro, si è assunta la condizione che le sollecitazioni massime devono rientrare in quelle date dalle formule F. S. per la flessopressione.

b) *Calcolo meccanico dei pali.*

La pressione del vento a 130 Km.-ora su un tronco del sostegno è — come noto — data dalla formula del prof. Rèbora:

$$P = 120\ S\ (1 + \frac{A_1}{A_2})$$

dove

S = superficie esposta di una faccia del palo (montanti più diagonali);

A_1 = area del contorno del tronco;

A_2 = area dei vuoti.

Tale forza P si suppone, con errore trascurabile favorevole alla stabilità, applicata a metà altezza del tronco; nel calcolo grafico, la pressione del vento si è invece applicata ai singoli nodi.

Calcolo delle sollecitazioni dei montanti. — Questo calcolo come pure quello delle diagonali è stato fatto col metodo proposto dal prof. Rèbora (*Elettrotecnica*, 25 luglio 1922), che qui sotto si riporta.

Si assume come momento resistente dei 4 cantonali costituenti i montanti del palo, quello dato dalla formula sufficientemente approssimata:

$$W = 2\ A_m a$$

dove:

A_m = sezione in cmq. del montante, netta dal foro del chiodo;

a = distanza in cm. fra i baricentri dei cantonali.

Risulta allora che la sollecitazione unitaria in Kg./cmq. dovuta alla flessione, è data dalla:

$K_1 = \frac{M}{W}$ dove:

M = momento flettente che si verifica nella sezione considerata in Kg./cm.

La sollecitazione unitaria in Kg./cmq. dovuta alla compressione, è data dalla:

$K_2 = \frac{P}{4\ Am}$, dove:

P = peso totale espresso in Kg. gravante sulla sezione considerata.

Sollecitazione unitaria totale in Kg./cmq. = $K_1 + K_2$.

La verifica è stata eseguita per i singoli tronchi dei pali.

Calcolo della sollecitazione nelle diagonali.

Detto:

A_t = la sezione di una diagonale in cmq. depurata del foro del chiodo,
α = l'angolo che la diagonale considerata forma con la orizzontale,
T = la risultante delle forze orizzontali in Kg. rispetto alla sezione che taglia la diagonale considerata,
a = la larghezza del sostegno alla sezione in esame,
α_1 = la larghezza del sostegno in corrispondenza della risultante T.

Lo sforzo F_t in una asta diagonale, espresso in Kg., è dato dalla formula:

$$F_t = \frac{T}{2 \frac{a}{a_1} \cos \alpha} \quad \text{se il traliccio è semplice,}$$

$$F_t = \frac{T}{4 \frac{a}{a_1} \cos \alpha} \quad \text{se il traliccio è doppio.}$$

Lo sforzo unitario in Kg./cmq. risulta dalla:

$$\sigma = \frac{F_t}{A_t}$$

Verifica della flessopressione.

Detto:

r = sollecitazione unitaria (Kg./cmq.) ammissibile,
R = 1/3 del carico di rottura, assunto in 1200 Kg./cmq.,
L = lunghezza libera del cantonale in cm.

$$\rho = \text{raggio di girazione} = \sqrt{\frac{\text{momento inerzia}}{\text{sezione cantonale}}},$$

si sono usate le formule adottate dalle Ferrovie dello Stato:

a) se $\frac{L}{\rho} \leq 30$

$$r = R$$

b) se $30 < \frac{L}{\rho} \leq 105$

$$r = (1,207 - 0,0069 \frac{L}{\rho}) R$$

c) se $\frac{L}{\rho} \geq 105$

$$r = \frac{5300}{(\frac{L}{\rho})^2} R$$

Come raggio di girazione si assume: quello minimo, per la verifica delle diagonali nella tralicciatura semplice e quello rispetto ad un asse baricentrico, parallelo ad un'ala dell'angolare per la verifica dei montanti, nonchè delle diagonali quando vi è doppia tralicciatura, consi-

derando tuttavia in questo ultimo caso come lunghezza libera di flessione l'intera lunghezza della diagonale.

Il rapporto di snellezza $\frac{L}{\rho}$ è stato tenuto, per tutte le aste, non superiore a 200.

Verifica alla torsione.

Rammentato che il momento torcente che sollecita una sezione orizzontale del palo, equivale a quello prodotto da quattro forze agenti ciascuna parallelamente ad una faccia, con le precedenti notazioni risulta che lo sforzo in ogni singola asta del traliccio (St), che va aggiunto a quello dovuto alle condizioni di carico, esclusione fatta dei conduttori che si sono considerati rotti, è dato da:

$St = \frac{Mt}{2\,a\cos\alpha}$ se il traliccio è semplice e

$St = \frac{Mt}{4\,a\cos\alpha}$ se il traliccio è doppio

2. – Pali in cemento armato centrifugato (scac).

Come si è accennato, sul tronco Rogoredo-Pavia sono stati montati sostegni in cemento armato centrifugato ormai da tempo impiegati con buon esito oltre che all'estero, anche in Italia.

Per questo tipo di palo non esiste finora un calcolo rigorosamente esatto, e per quanto la centrifugazione dia luogo ad una struttura avente caratteristiche molto migliori di quella ottenuta con il semplice getto in forme, tuttavia per misura prudenziale, anche per tale tipo di costruzione si usa, nei calcoli di stabilità, eseguiti col metodo grafico proposto dal prof. Guidi (1), applicare la nota rigorosa prescrizione regolamentare della esclusione degli sforzi di tensione nel calcestruzzo.

L'acciaio impiegato nei pali Scac ha le seguenti caratteristiche:

carico al limite di elasticità 65 Kg./mmq.;
carico di rottura 85 Kg./mmq.;
allungamento su barrette lunghe 10 diam.: 12/18 %.

Per il calcestruzzo centrifugato, avente una dosatura di cemento nella proporzione 1 : 3 in peso, tenuto conto della tripla spirale in ferro crudo avvolgente i tondini fondamentali, si può ammettere un carico di rottura alla compressione di 450 Kg./cmq.

Nelle norme tecniche regolanti la fornitura dei sostegni in cemento armato centrifugato è stato richiesto un coefficiente di sicurezza 3 per i pali normali di linea e di angolo, e 5 per i pali di attraversamento e di amarro. Per la verifica dei coefficienti di sicurezza è stata prescritta una prova pratica di rottura totale, da eseguirsi su due sostegni normali.

Inoltre è stata stabilita una prova di flessione ottenuta applicando alla sommità dei pali scelti dal collaudatore, uno sforzo orizzontale uguale a quello massimo previsto dal calcolo. Dopo tale prova, la freccia residua deve risultare nulla, e nessuna lesione deve manifestarsi sulla superficie del palo.

(1) Prof. G. Guidi, *Appendice sulle costruzioni in cemento armato.* Ediz. 1920, pag. 93.

I sostegni SCAC adottati e le loro caratteristiche, sono riportati nella tabella XI. La Tav. IV ne illustra i principali tipi.

Il palo normale « S. 23 » per conduttori elettrici in corda rame diametro mm. 13 e conduttore di guardia in corda acciaio diametro mm. 10 (fig. 16) è stato calcolato per campata normale di ml. 180, angolo massimo di deviazione 3°, e vento in ragione di 130 Km./ora; ciò che corrisponde ad uno sforzo orizzontale in testa di Kg. 1050. Il sostegno venne tuttavia calcolato per un tiro di Kg. 1200.

Fig. 16. – Sostegni normali SCAC.

L'armatura longitudinale di questo palo è costituita di 20 tondini diametro mm. 22 (oppure 24 diametro mm. 20) di acciaio Martin, sostenuta internamente da un avvolgimento elicoidale di filo di ferro crudo diametro mm. 3,8 con passo cm. 4-5, mentre esternamente la gabbia resta avvolta da altre due spirali, simili alla precedente, l'uno destrorsa e l'altra sinistrorsa (*frêttage*).

Le spiralazioni sono più serrate, ossia a passo raccorciato, in corrispondenza di tre zone del sostegno e precisamente: della sezione di incastro nella fondazione, delle tre mensole e del baricentro del palo. Quest'ultima zona viene rinforzata per ottenere una maggiore sicurezza durante la manovra di sollevamento per la infissione nel blocco di fondazione, dato che il sostegno viene appeso al falcone di rizzamento appunto in corrspondenza del suo baricentro.

L'armatura metallica dei pali SCAC porta inseriti su un tondino della gabbia, quattro morsetti di bronzo per la messa a terra, uno in corrispondenza di ciascuna mensola e uno alla base del sostegno per l'attacco al paletto di terra.

Le sollecitazioni dei materiali, calcolate col metodo dianzi citato, raggiungono, per la sezione d'incastro dei pali normali e di angolo, questi valori: acciaio 1965 Kg./cmq., calcestruzzo 124,5 Kg./cmq., con un coefficiente di sicurezza rispettivamente di 4,33 e 3,62.

I sostegni di attraversamento e quelli di amarro del tipo doppio « 2 S. 26 » (fig. 17), sono calcolati rispettivamente per campate di ml. 120 e 180 e con le ipotesi di sovraccarico e rottura dei conduttori richieste dai regolamenti in vigore presso i varî Enti; essi forniscono i seguenti valori delle sollecitazioni: acciaio 1490 Kg./cmq., calceztruzzo 89 Kg./cmq., con un coefficiente di sicurezza leggermente superiore a 5.

3. – **Mensole.**

Le mensole dei pali in ferro (Tav. IV) sono composte di ferri a *C NP* 8 per i pali normali e *NP* 10 per i sostegni di amarraggio o di forte angolo. I tiranti sono in ferro angolare di opportuna sezione.

Per i sostegni in cemento armato centrifugato, si sono pure adottate mensole in ferro composte di 4 angolari *NP* 5 ½ rinforzati con diagonali pure in ferro angolare.

Queste ultime mensole sono state calcolate con un coefficiente di sicurezza 3 ed inoltre sono state prescritte prove pratiche di carico con l'applicazione di un tiro orizzontale di Kg. 1000 per i pali di sospensione semplice, e di Kg. 1400 per quelli di amarro e d'angolo, con contemporaneo carico verticale di Kg. 500.

Fig. 17. – Sostegni di amarro SCAC.

Distanza delle mensole.

Le mensole sono state disposte su tre piani equidistanti verticalmente ml. 2,10 – 1,35 – 2,30 rispettivamente per i pali a due terne 60 kV., una terna 60 kV., e una terna 130 kV. la sporgenza misurata dall'asse del palo è, dall'alto in basso, ml. 1,75 – 2,35 – 1,90 per i pali a due terne 60 kV.; ml. 1,75 – 1,75 – 2,35 per i pali ad una terna 60 kV.; e ml. 2,50 – 2,60 – 3,10 per i pali a una terna 130 kV. La distanza minima tra le fasi risulta, per le tre categorie di pali, rispettivamente di ml. 2,15 – 2,75 – 4,64.

Per tener conto delle più ampie oscillazioni che sotto l'azione del vento compiono i conduttori di alluminio, rispetto ai conduttori di rame, e realizzare ugualmente sicuri franchi, si sono allungate le mensole portanti i conduttori leggeri di circa cm. 35.

4. ISOLAMENTO E MORSETTERIA.

A) ISOLATORI.

Tutta la conduttura è montata con isolatori sospesi a cappa e perno.

Le catene di sospensione semplice sono composte di 5 elementi su tutta la linea, in dipendenza del suo attuale funzionamento a 60 kV. Nei semi ormeggi e negli ormeggi le catene sono rinforzate con un elemento in più (Tav. V).

In seguito, quando il tronco Rogoredo-Voghera sarà portato a 130 kV. di esercizio, le catene corrispondenti verranno rinforzate con altri 4 elementi.

Sono stati messi in opera isolatori della Fabbrica Isolatori di Livorno (FIL) del tipo 1434 e Società Ceramica del Verbano del tipo V. 2201.

Le caratteristiche di questi isolatori risultano dal seguente specchio:

CARATTERISTICHE ISOLATORI	FIL 1434 (I.501)				VERBANO V2201 (I.593)			
NUMERO DEGLI ELEMENTI	5	6	9	10	5	6	9	10
Lunghezza della catena senza morsetto e gancio di attacco ml.	0.67	0.80	1.20	1.34	0.71	0.85	1.27	1.41
Distanza tra il filo inter. della mens. ed il conduttore — Con morsetto F. S. e senza anello di guardia	1.02	1.17	1.57	1.71	1.09	1.22	1.65	1.80
Distanza tra il filo inter. della mens. ed il conduttore — Con morsetto speciale e con anello di guardia	1.08	1.23	1.63	1.77	1.15	1.28	1.71	1.86
Arco a secco KV.	300	340	469	512	valori analoghi			
» sotto pioggia »	230	272	398	411				
Diametro mm.	254				250			
Carico di rottura maggiore di Kg.	4.300				5.000			
» di lavoro max »	1.500				1.500			
Peso di un elemento circa »	4.500				5.240			
Sistema di attacco del pernotto	con cemento e spessori isolanti				sfere e piombo senza cemento			

La catena di sospensione semplice e la catena di semi-ormeggio sono state adoperate sino ad una deviazione planimetrica di 5° per la conduttura a 60 kV., e di 3° per quella a 130 kV., per deviazioni maggiori i conduttori sono stati ormeggiati.

La minima distanza dei conduttori 60 kV. dalla carpenteria metallica dei sostegni si ha, tenuto conto della deviazione di 5° e dell'azione del vento a 130 Km./ora; per una campata di ml. 200 si verifica allora *teoricamente* una inclinazione di 53° della catena di 5 elementi con conduttore di rame diametro 10 mm. In queste condizioni per i pali normali 60 kV., risulta una distanza minima dei conduttori dal ferro di cm. 69.

Per i pali a 130 kV. l'inclinazione teorica della catena di 9 elementi portante un conduttore di rame diametro mm. 13 deviato di 3°, con campata di ml. 200, risulta di 51° e si ha un franco minimo di cm. 87; si può tuttavia fondatamente ritenere (1) che in pratica la massima inclinazione delle catene di isolatori non superi i 30°. In tale circostanza il franco minimo dal ferro, della corda di rame citata sospesa a 9 isolatori risulta di cm. 138.

Con i conduttori di acciaio-alluminio e con quelli in lega di alluminio, attesa la loro leggerezza, il loro maggior diametro e la presenza dell'anello di guardia, le distanze, che sotto l'azione del vento si possono stabilire transitoriamente tra le parti in tensione e la carpenteria a terra, risultano minori di quelle citate per i conduttori di rame. Tuttavia

(1) Ing. A. Dalla Verde, *Particolari ed accessori delle catene di isolatori*, «*Elettrotecnica*», n. 25, sett. 1927.

* Il minor franco nel caso dei conduttori di alluminio dipende dal fatto, già accennato, che per la linea all'oggetto questi conduttori si dovettero montare su pali studiati per conduttori di rame, avendo il servizio L. C. deciso l'esperimento quando i pali erano già ordinati. Nella considerazione che nella Val Padana non spirano venti molto forti è molto probabile che le derivazioni delle catene non superino i 30°; in caso contrario si potrà provvedere all'installazione di opportuni contrappesi per limitare le derivazioni stesse. (Nota del Servizio L. C).

ammettendo la stessa ipotesi pratica di massima inclinazione (30°) si può far affidamento, con le strutture studiate, in un franco minimo di cm. 115 per catene di 9 elementi.*

Da notare che sia per i pali a traliccio che per quelli SCAC, in dipendenza della lunghezza delle mensole adottate per il 130 kV. e dell'impiego dell'anello di guardia, le distanze minime si verificano fra i conduttori e la carpenteria delle mensole e non fra quelli ed il palo propriamente detto.

B) MORSETTERIA.

Per il filo di rame diametro mm. 10 e la corda di rame diametro mm. 13 è stata adottata la morsetteria normale tipo F. S. in ghisa malleabile di prima qualità zincata a bagno: per la sospensione semplice e per quella di semi-ormeggio si è usato il morsetto semplice ad un collare, per gli ormeggi e per le più lunghe campate il morsetto di amarro a 4 collari (Tav. V). I semi ormeggi sono stati rinforzati con cavallotti di sicurezza congiunti al conduttore con tre morsetti tipo losanga.

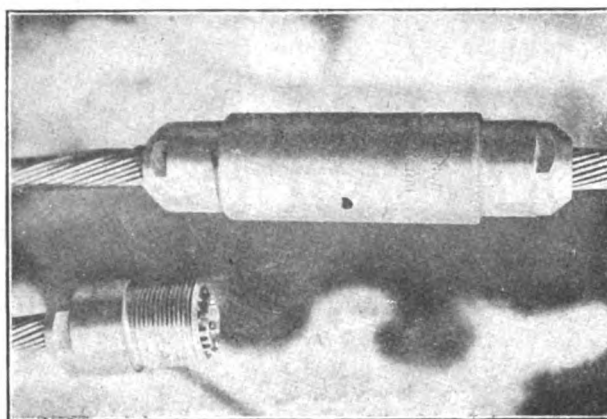



Fig. 18. – Giunto Vontobel per corde in leghe di alluminio.

Le unioni del filo di rame diametro 10 mm. sono state eseguite con giuntafili tipo « Ideal »; per la corda di rame diametro mm. 13 sono stati adottati giunti « Vontobel » in rame, e giunti a sovrapposizione formati con 5 morsetti ad un collare, previa nastratura della corda con sottile piattina di rame.

Per la corda alluminio-acciaio e per quelle in lega di alluminio, è stata decisa dal Servizio l'adozione degli anelli di guardia, anche durante l'esercizio della linea a 60 kV. sopratutto per proteggere il conduttore in alluminio dagli archi. Per ora è stato montato il solo anello inferiore in tubo di ferro zincato, diametro 57,7 cm., mentre l'anello superiore sarà montato allorquando la tensione di esercizio sarà portata a 130 kV.

Nella scelta dei morsetti per tali tipi di conduttori si è data la preferenza a quelli in ghisa malleabile zincata, muniti di due guaine di protezione in lamiera di alluminio in corrispondenza della sella e della ganascia, onde evitare il contatto fra la corda di alluminio e la ghisa; tale tipo è in opera su molte altre linee con conduttori di alluminio, con buoni risultati.

Di più la corda è stata protetta con una nastratura estesa per cm. 20 oltre le estremità del morsetto, eseguita con nastro di alluminio ricotto mm. 28 × 0,9, legato agli estremi con filo di alluminio ricotto diametro mm. 2.

I morsetti adoperati sono del tipo a due collari per sospensione semplice, a tre collari per semi-ormeggio ed a quattro per ormeggio.

Speciali prove di laboratorio sono state eseguite sui morsetti di linea adottati per la corda alluminio-acciaio e per quelle in lega di alluminio, per le quali interessava accertare che la pressione realizzata dai morsetti, pur essendo sufficiente a creare l'attrito

necessario a contrastare il tiro ammesso, non fosse tale da dar luogo a guasti sui fili elementari.

I collegamenti della corda acciaio-alluminio e quelli dei varî tipi di corde in leghe di alluminio, sono stati eseguiti con giunti « Vontobel » in lega di alluminio (fig. 18); e, per la prima, anche con alcuni giunti « Pairard » (Tav. VI). Alle prove di laboratorio si sono avuti buoni risultati.

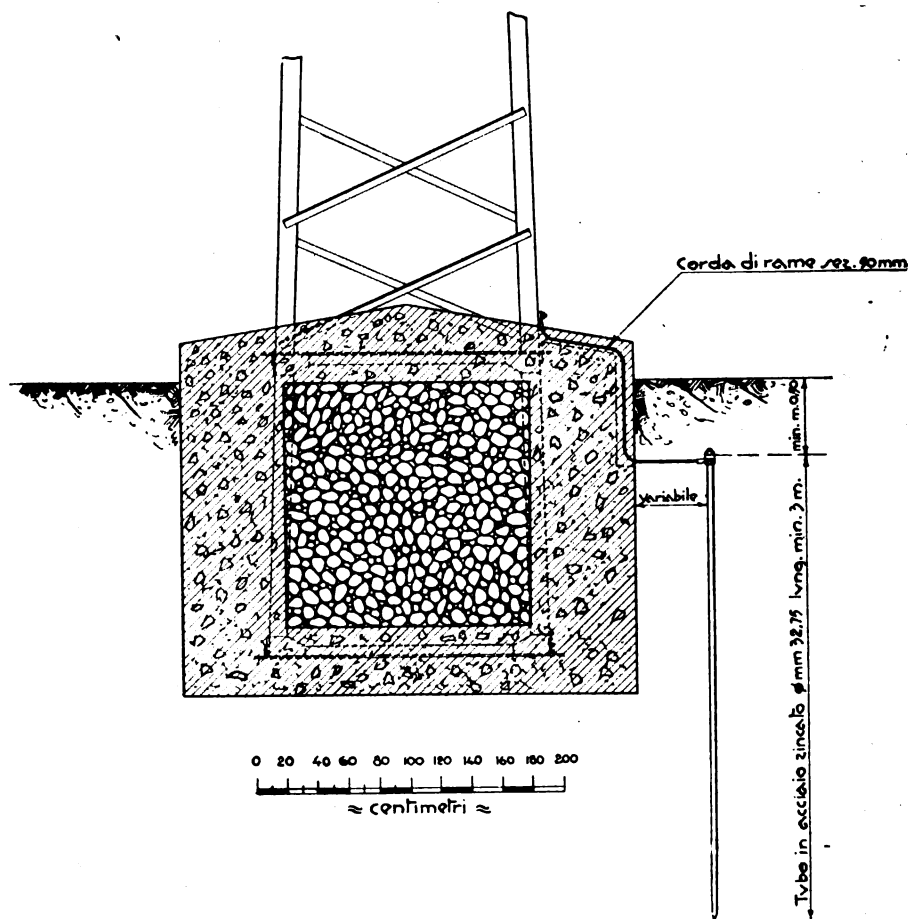



Fig. 19. – Messa a terra dei sostegni.

Le giunzioni fra i conduttori di vario tipo sono state eseguite in corrispondenza dei « colli-morti » di ormeggio; trattandosi quindi di realizzare semplici collegamenti elettrici, sono stati adottati morsetti semplici con ganasce a vite.

Nei punti di unione tra alluminio e rame per evitare azioni corrosive elettrolitiche si sono adoperati speciali morsetti parte in rame e parte in alluminio, costruiti in modo che in essi la superficie di contatto dei due metalli resta perfettamente protetta dagli agenti atmosferici.

La corda di guardia è fissata, alla testa dei pali, da Morbegno a Monza, con cuscinetti di ferro stampato e zincato, in numero di due nei pali di rettifilo e di tre nei pali di angolo o in corrispondenza delle più lunghe campate.

Da Monza a Voghera è stato invece adoperato un attacco a gancio che ormeggia la corda di guardia ad ogni palo e che ha lo scopo precipuo di evitare una sollecita-

zione continuata di piegamento, torsione e vibrazione della corda stessa in corrispondenza dell'attacco (Tav. V). Per assicurare un buon contatto elettrico col palo, la corda è stata poi fissata con un morsetto a cuscinetto al centro della testa del palo.

5. TERRE E FONDAZIONI.

A) MESSE A TERRA.

Come si è detto, tutti i sostegni sono uniti fra loro con una corda di guardia; ogni 4 o 5 pali esiste una « messa a terra » costituita da un tubo di ferro zincato del diametro esterno di mm. 33 lungo circa ml. 3 munito di punta e sormontato da tappo con flangia, posto a caldo (fig. 19).

La connessione fra il palo e la testa del tubo è fatta con corda di rame da mmq. 50 di sezione, terminata da capocorda stagnato. Il tubo è infisso nel terreno presso il blocco

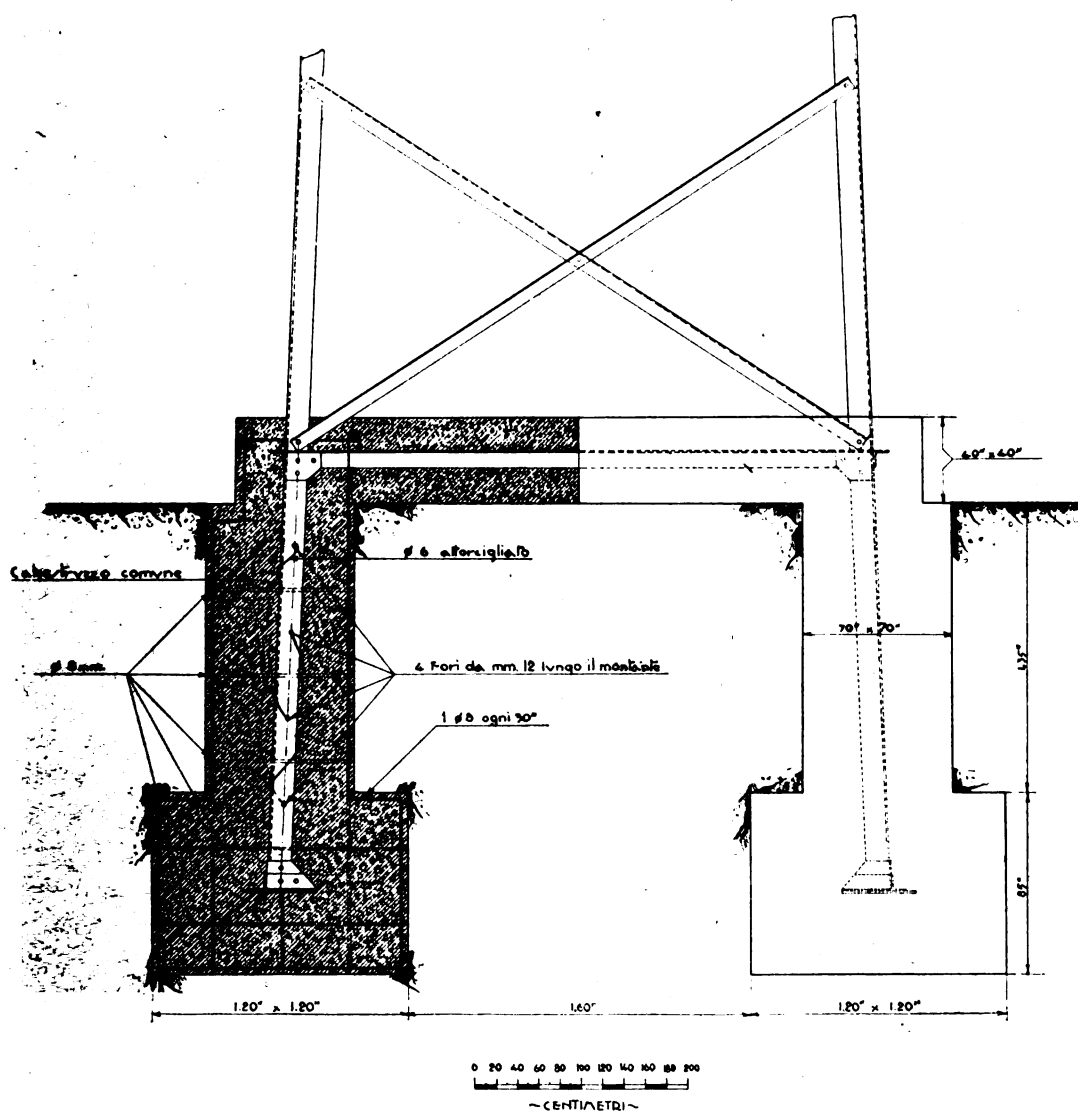



Fig. 20. – Fondazioni a piastre.

di fondazione con la testa a circa cm. 50 dalla superficie del suolo, quindi protetta, ma facilmente accessibile.

B) FONDAZIONI.

Le fondazioni sono di regola del tipo comune a blocco di calcestruzzo terminato a punta. Nei terreni acquitrinosi il blocco è stato tenuto pieno; nelle zone asciutte si è invece ricavato, salvo particolari condizioni locali, un vano centrale, cilindrico o parallelepipedo, riempito di materie ghiaiose e ciottoli. Tale vano rappresenta circa il 30 % del volume del calcestruzzo.

Fig. 21. – Pozzi di fondazione dei pali per l'attraversamento del fiume Ticino.

Il coefficiente di stabilità al rovesciamento è stato tenuto non minore di 1,10 per entrambi i tipi di fondazione, senza tener conto della spinta del terreno, la quale viene così ad aumentare il coefficiente di sicurezza.

Per i più pesanti tipi di palo di amarraggio 130 kV., quando il terreno l'ha reso possibile, invece di un blocco unico si sono costruiti quattro blocchi distinti, uno per montante, leggermente armati con una reta a larghe maglie formata con tondini diametro mm. 8 e collegati superiormente da travi armate di calcestruzzo (fig. 20). I quattro blocchi sono calcolati in modo che il peso di ciascuno di essi risulti largamente maggiore dello sforzo strappante di uno dei montanti tesi, nelle più gravose ipotesi di carico. L'attrito tra elemento di calcestruzzo e terra, del quale non si è tenuto conto nel calcolo, contribuisce ad aumentare il margine di sicurezza.

I quattro pali di attraversamento del fiume Ticino, hanno richiesto un accurato studio anche per quanto riguarda le fondazioni, tanto più che i due sostegni di sponda destra, montati nell'« Isola del Rottone », sono da considerarsi nel letto del fiume che in quella zona è di natura sabbiosa e sottoposto a notevoli erosioni da parte della corrente.

I montanti in questi sostegni sono ancorati dentro a quattro pozzi in cemento armato a sezione circolare, che vennero affondati nel terreno con scavo dall'interno e riempiti poi di calcestruzzo (fig. 21 e 22).

La quota più bassa raggiunta dai pozzi è inferiore a quella della massima erosione verificatasi in occasione delle più notevoli piene, per cui la stabilità dei sostegni è assicurata in ogni eventualità.

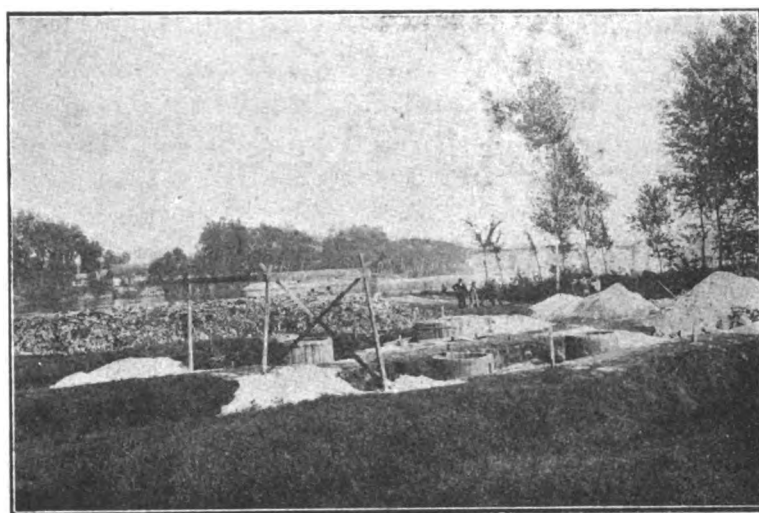
I pozzi sono alti ml. 5 ed hanno un diametro esterno di ml. 1,60 in cima con spessore cm. 10, e di ml. 1,90 alla base con spessore cm. 20. La struttura, per la quale è stato adoperato cemento di elevata resistenza, è armata con doppia maglia di tondini diametro mm. 6 posti a distanza di cm. 30; alla base forma mordente un ferro a T opportunamente sagomato.

La pressione sul terreno, in corrispondenza dei montanti compressi, è nelle condizioni più sfavorevoli di Kg./cmq. 1,80. Per quanto riguarda lo strappamento dei montanti tesi, si ha una sicurezza di 2,2 considerando l'attrito tra le pareti del pozzo ed il terreno, e di 1,1 tenendo conto del solo peso del pozzo riempito di calcestruzzo.

Atteso che i montanti entrano nei pozzi per soli ml. 2,20, per assicurare che l'intero peso di ogni pozzo graviti sul rispettivo montante, questo è bene collegato a tutta la massa di calcestruzzo del pozzo ed al tagliante di base a mezzo di numerosi tondini di ferro.

Fig. 22. – Pozzi di fondazione dei pali per l'attraversamento del fiume Ticino.

Le fondazioni dei sostegni in cemento armato centrifugato sono di calcestruzzo del comune tipo parallelepipedo terminato superiormente a bassa piramide. La presenza di abbondante acqua in falde superficiali e freatiche, ha reso necessario eliminare qualsiasi risega ed ha suggerito di tener conto, nei calcoli statici, di una leggera sottospinta idrostatica.

I coefficienti di stabilità sono analoghi a quelli assicurati per le fondazioni dei pali a traliccio.

6. SVOLGIMENTO DEI LAVORI.

A) RILIEVI ED ORGANIZZAZIONE.

Il tracciato della conduttura — preceduto da accurate ricognizioni sul terreno — è stato eseguito col tacheometro. Di massima il rilievo è stato limitato all'asse della linea nel tronco ad una palificazione e a quello della mezzaria delle palificazioni nel tronco a due terne separate; tuttavia, dove l'andamento del terreno e la presenza di ostacoli lo hanno richiesto, si è proceduto anche a rilievi trasversali supplementari.

L'andamento planimetrico della linea è stato riportato sulle mappe catastali scala 1 : 2000, che hanno poi servito a compilare l'elenco delle proprietà asservende. Il profilo, è stato disegnato adottando la scala 1 : 2000 per le lunghezze e 1 : 500 per le altezze, al fine di potere meglio mettere in evidenza i dislivelli. Dove il terreno era molto ripido

accanto al profilo d'asse, si sono disegnati i profili adiacenti corrispondenti ai piani verticali dei conduttori estremi.

Il calcolo delle catenarie è stato eseguito tenendo conto delle variazioni di temperatura e dei sovraccarichi di cui si è detto (Cap. 3 *A*); in corrispondenza si sono costruite le catenarie di massima freccia, riportandole, su sagome di celluloide trasparente, nelle stesse scale adottate per il profilo, onde studiare sopra di esso la migliore posizione da assegnarsi ai sostegni.

I rilievi, il tracciato, e la dirigenza dei lavori sono stati curati dall'Ufficio Elettrificazione di Milano.

Tutti i materiali messi in opera, vennero sottoposti a severi collaudi in base a precise dettagliate norme tecniche.

Per la esecuzione dei lavori, la conduttura è stata divisa in sei tronchi: Morbegno-Colico, Colico-Lecco, Lecco-Monza, Monza-Rogoredo, Rogoredo-Pavia, Pavia-Voghera; lo svolgimento ha tuttavia — per motivi varî — differito nel tempo e nel modo.

Da Morbegno a Rogoredo (quattro tronchi) la linea è stata costruita da altrettante imprese specialiste cui l'Amministrazione ha consegnato i sostegni, i conduttori, gli isolatori e relativi accessori, acquistati direttamente.

Da Rogoredo a Voghera (due tronchi) le Imprese appaltanti hanno invece provveduto anche alla fornitura completa dei sostegni, riservandosi l'Amministrazione Ferroviaria di consegnare solo i conduttori, gli isolatori e la relativa morsetteria.

Le quantità di lavoro e di forniture relative all'intera linea sono state approssimativamente le seguenti:

Scavi mc. 20.300;
Calcestruzzi mc. 23.200;
Pali in ferro a traliccio Ql. 25.100;
Pali tubolari Ql. 4960;
Pali in cemento armato centrifugato Ql. 24.500;
Verniciatura dei sostegni mq. 97.500;
Catene d'isolatori n. 7670;
Isolatori n. 45.000;
Conduttori di rame Ql. 5330;
Conduttori di alluminio Ql. 420;
Trefolo di guardia Ql. 470;
Mano d'opera: complessive giornate 72.000.

B) IMPIANTO DEI SOSTEGNI

Nel complesso dei 20.300 mc. di scavo eseguiti per le fondazioni dei sostegni se ne ebbero 1000 in roccia 12.300 in terreno normale e 7000 in terreno acquitrinoso e franabile. Gli scavi subacquei ammontano a mc. 2800.

L'insieme dei lavori non ha presentato eccezionali difficoltà; sono stati tuttavia particolarmente onerosi i trasporti e i montaggi lungo la sponda orientale del lago di Como trattandosi di una lunga zona fortemente frastagliata con poche strade di accesso, e così pure gli aggottamenti delle acque per la costruzione delle fondazioni nei terreni irrigui della bassa Lombardia.

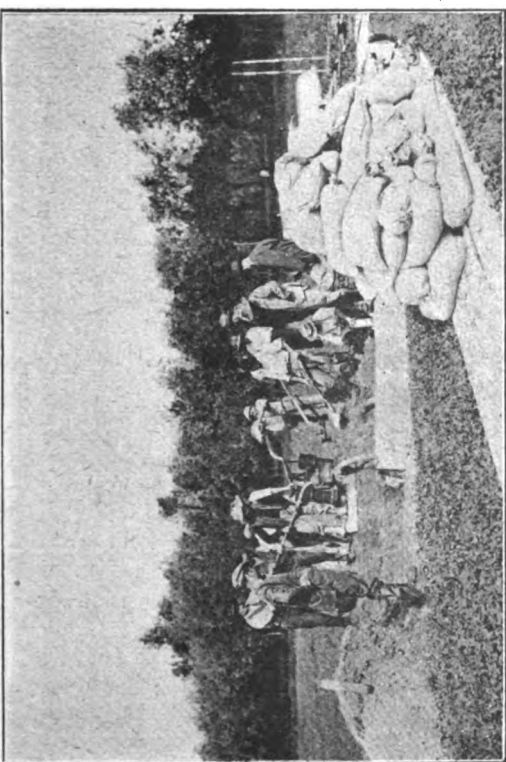



Fig. 23. – Costruzione di una fondazione per palo SCAC.

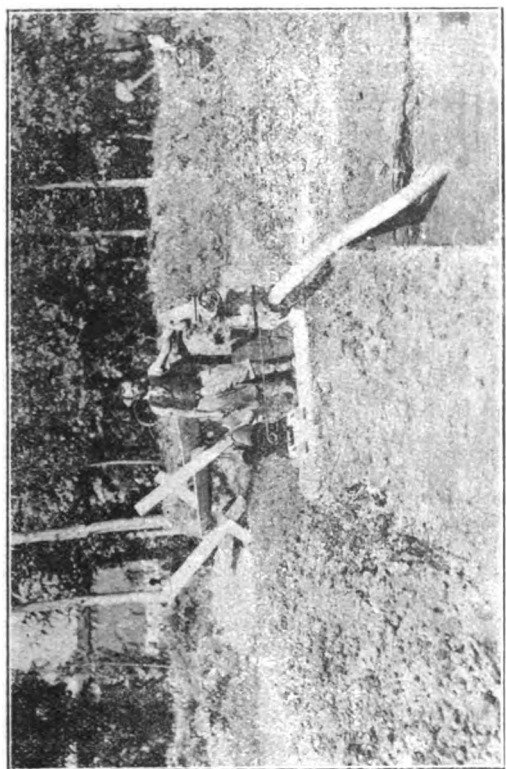



Fig. 24. – Costruzione di una fondazione in terreno acquitrinoso.

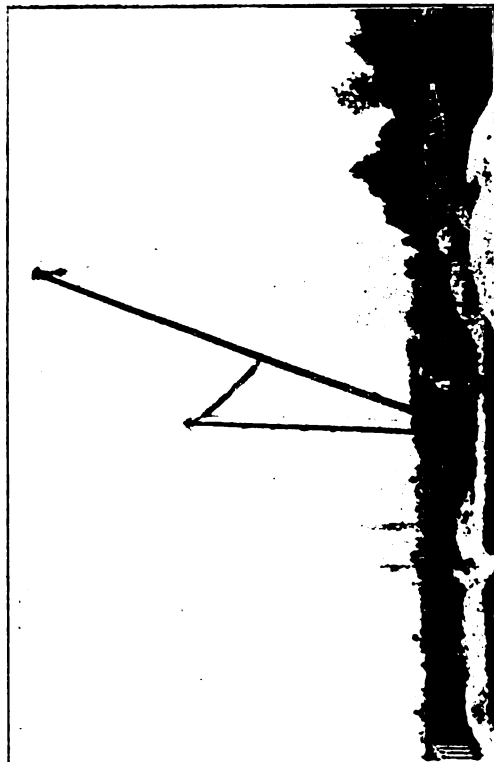



Fig. 25. – Rizzamento di palo a traliccio intero: 1ª fase.

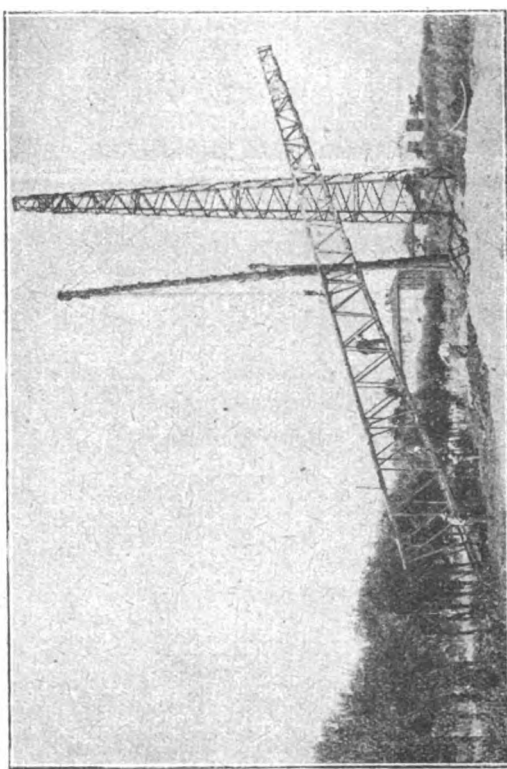



Fig. 26. – Rizzamento di palo a traliccio intero: 2ª fase.

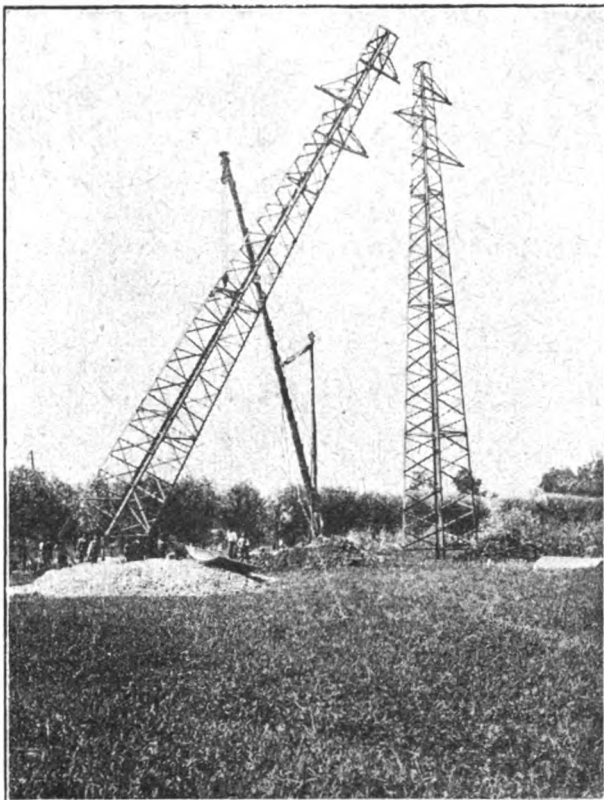



Fig. 27. – Rizzamento di palo a traliccio intero: 3ª fase.

Come si è detto da Lambrate a Pavia e tra i fiumi Ticino e Po la linea attraversa terreni acquitrinosi, risaie e marcite, per cui gli scavi di fondazione risultarono notevolmente difficoltosi, tanto più che necessità di esecuzione obbligarono a eseguire i lavori nella stagione meno favorevole. Fu d'uopo quindi adottare prudenti dimensioni dei basamenti e ridurre al minimo i « tipi » per evitare sperperi nei mezzi d'opera. Negli scavi per i pali normali le sponde vennero contenute a mezzo di pareti mobili in lamiera di ferro armate, sbadacchiate e ritenute, a guisa di cassoncino. In tale modo si ottenne pure lo scopo di ridurre anche la portata delle sorgive nelle falde tagliate.

Per mantenere gli scavi asciutti, si dovette far largo uso di pompe a mano, a diaframma ed a cilindri, e anche di pompe centrifughe a bassa prevalenza, azionate da motore a scoppio (fig. 23 e 24).

Nell'affondamento dei pozzi di fondazione per i pali di attraversamento del fiume Ticino, eseguito con l'ausilio di potenti pompe in alluvione mista di sabbia e ghiaia, si incontrarono gravi difficoltà per lo spurgo, in presenza di acqua, delle materie di fondo. Da notare inoltre che siccome per l'effetto della differente pressione idrostatica i materiali esterni al pozzo in lavoro venivano trascinati in grande abbondanza nell'interno è risultato necessario estrarre un vo-

Fig. 28. – Rizzamento di palo a traliccio per tronchi.

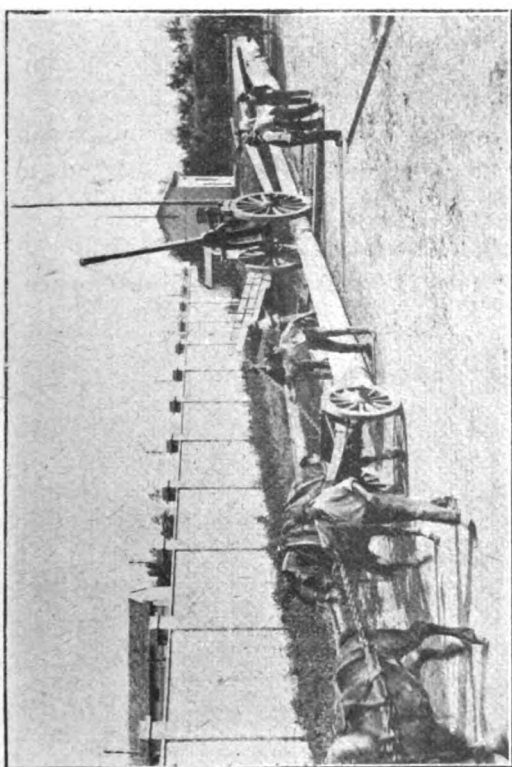
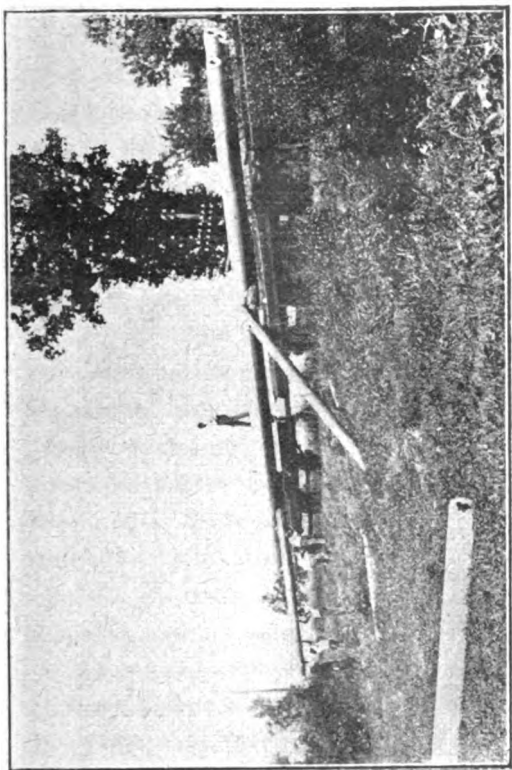
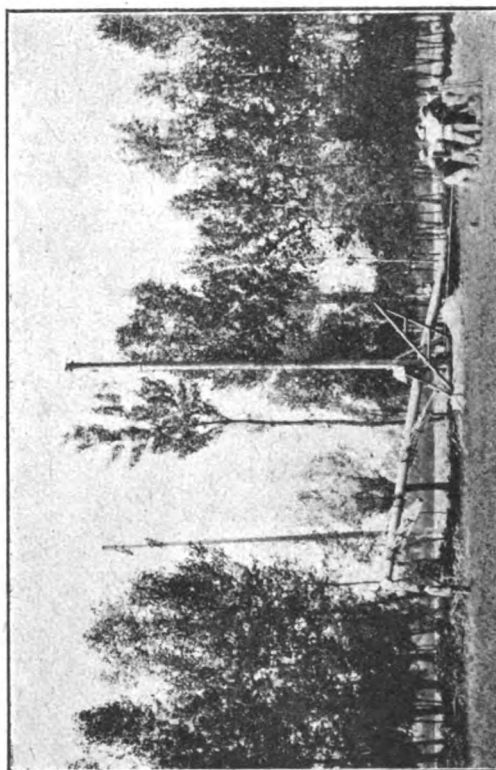



Fig. 33. – Rizzamento di un palo SCAC: 3ª fase.

lume di materiali notevolmente maggiore di quello corrispondente ai pozzi stessi.

Ad eccezione delle fondazioni del Ticino, in tutte le altre non fu possibile utilizzare il materiale scavato; in totale si sono trasportati a pie' d'opera circa mc. 11.600 di sabbia, mc. 21.000 di ghiaia e ql. 50.000 di cemento.

I sostegni a traliccio sono stati trasportati di massima in tronchi; nel solo tratto Colico-Lecco per i pali di maggiori dimensioni si è dovuto ricorrere alla spedizione in fiancate che vennero poi chiodate in posto.

Il montaggio in opera dei sostegni a traliccio venne eseguito a seconda del peso, delle condizioni del terreno, o per ragioni di attrezzatura delle varie Imprese, sia a palo intero a mezzo falcone, sia per successivi tronchi con falconetti mobili (fig. 25, 26, 27 e 28).

I pali in cemento armato centrifugato, alcuni dei quali alti m. 126 e pesanti ql. 82, vennero trasportati e rizzati con i noti sistemi della Ditta costruttrice (fig. 29).

Alcuni vennero presi con carro a leva nelle stazioni e portati a pie' d'opera con questo mezzo, altri furono scaricati lungo la sede ferroviaria da apposito treno-materiale (fig. 30) e trascinati in posto con tiro di 8 cavalli.

Nei periodi di piogge prolungate e sui terreni acquitrinosi, il trasporto è risultato molto difficoltoso ed ha reso necessario qualche volta l'uso di un argano fortemente ancorato al terreno.

Il rizzamento dei pali in cemento armato centrifugato venne eseguito a mezzo di un falcone e coppie di taglie a fune metallica con argano a mano (fig. 31, 32 e 33); per i sostegni di maggior altezza fu usato uno speciale falcone in ferro.

La fase di lavoro più intensa si è avuta

Fig. 34. – Stendimento di conduttori, a braccia

nella costruzione dell'ultimo tronco della linea: cioè da Pavia a Voghera, nel quale è stato anche data, per necessità di esercizio, parziale precedenza ai lavori di una sola terna.

La coloritura dei pali, previamente ripassati dopo il montaggio in opera, con una seconda mano di minio di piombo nelle teste e nei giunti è stata eseguita con due strati di vernice antiruggine grigia, la prima di colore più chiaro della seconda, per un migliore controllo. Sul tronco Morbegno-Colico è stata pure favorevolmente sperimentata una particolare vernice al catrame.

Complessivamente sono stati impiegati Ql. 195 di vernice.

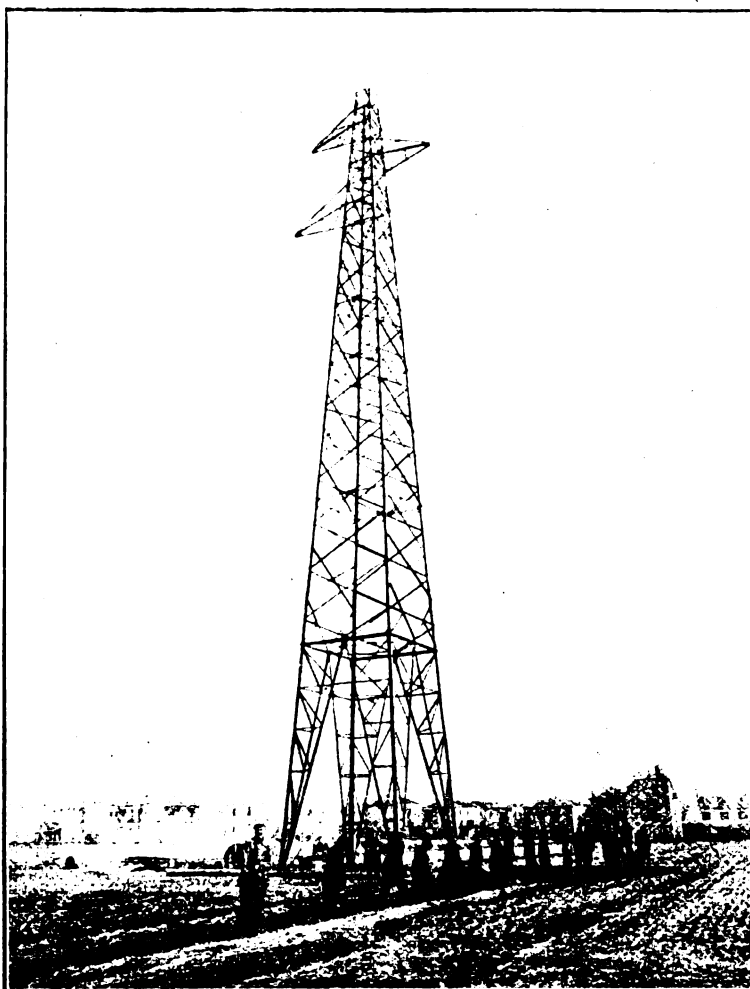



Fig. 35. – Stendimento di conduttori, a braccia.

Fig. 36. – Stendimento di conduttori a motore.

C) TESATURA.

Lo stendimento e la tesatura dei conduttori di rame e di acciaio venne di regola eseguita col normale sistema di tiro a mano (fig. 34 e 35). In pianura lo stendimento venne fatto sia a mano sia a mezzo di quadrupedi, mentre per i conduttori di alluminio fu adottato il noto sistema meccanico del

filo pilota di acciaio, trainato e avvolto su apposito tamburo di argano, azionato da motore a benzina (5).

Da notare che nel caso particolare vennero usati due fili pilota ad azione contemporanea (fig. 36) ed il fatto che malgrado l'uso di un freno agente sulla bobina in svolgimento, non è stato possibile evitare lo strisciamento dei conduttori sul suolo, senza sostenere i conduttori stessi in punti intermedi delle campate.

Per la regolazione del tiro vennero adoperate le usuali taglie a mano.

Durante il tiro si è dimostrata molto conveniente una particolare morsa automatica a parallelogramma la quale afferra agevolmente il conduttore sia all'estremità che nei

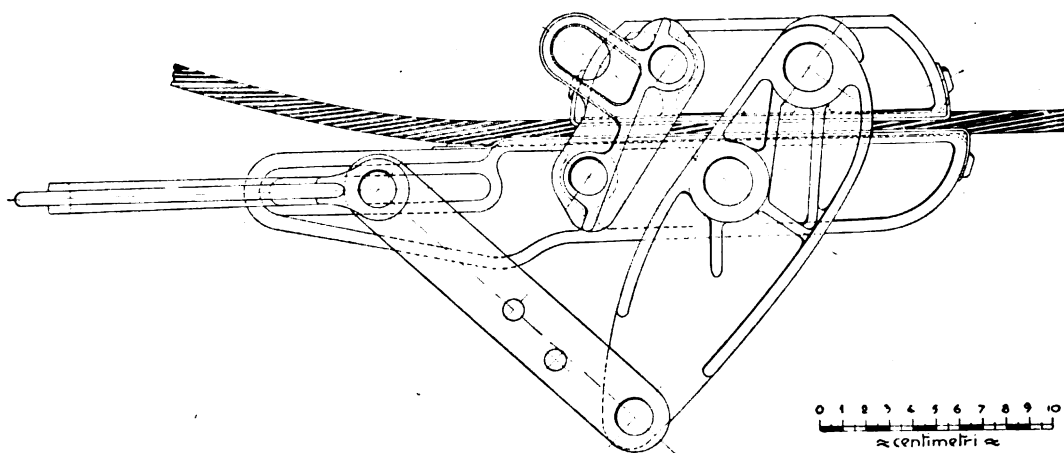



Fig. 37. – Morsa parallelogramma a rana.

punti intermedi (fig. 37). Pure assai utile è risultata per i tiri di etremità, una calza avente la forma di uno stretto tubo, costruita con sottili fili di acciaio, che afferra fortemente il capo della corda di alluminio senza deteriorarla.

La formazione dei giunti non ha richiesto particolari cure, si è notato tuttavia un sensibile diverso impiego di mano d'opera da un tipo all'altro.

Il giusto valore della tesatura venne verificato con il noto « Metodo dell'onda di impulso » già citato (13).

Da segnalare infine che lo stendimento meccanico dei conduttori si è dimostrato molto economico, per cui la relativa spesa è risultata sensibilmente inferiore a quella prevista.

7. COSTO DELLA CONDUTTURA.

Sebbene il consuntivo dell'intera linea non sia ancora completo, specialmente per quel che riguarda gli asservimenti, si può tuttavia con buona approssimazione ritenere che il costo totale della conduttura sia stato di L. 20.500.000.

Il costo del tronco a 2 terne 60 kV. (per ora una sola in opera) è stato di L. 99.000 al Km., mentre il tronco a due terne su palificazioni distinte 60 kV. è costato circa lire 66.500 per Km. di terna. La doppia terna a 130 kV. Rogoredo-Voghera (isolata per

ora solo 60 kV.) è costata per Km. di terna L. 81.500 nel tronco Rogoredo-Pavia, e L. 68.000 nel tronco Pavia-Voghera.

Da notare tuttavia a chiarimento delle sensibili differenze fra le cifre esposte che i varî tronchi della primaria non sono direttamente confrontabili fra loro dal punto di vista economico, sia per la notevole differenza dei terreni attraversati (montagna, pianura risaie) che ha richiesto criterî di progetto e di costruzione molto diversi, sia per effetto dei non omogenei periodi di costruzione, sia infine per i diversi tipi di conduttori adottati.

I diagrammi della Tav. VII dànno la ripartizione percentuale delle spese negli elementi costruttivi, rispettivamente per i vari tronchi, e per la intera conduttura.

TABELLA I

Filo rame da mm. 10 di diametro

Diametro del conduttore	mm.	10
Sezione del conduttore	mmq.	78,54
Peso del conduttore	Kg./ml.	0,70
Carico limite di elasticità	Kg./mmq.	23
Massimo carico di lavoro	Kg./mmq.	13
Carico di rottura	Kg./mmq.	38 + 42
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro	circa	3
Allungamento medio su spezzone di cm. 20	%	4
Modulo di elasticità	Kg./mmq.	12.000
Coefficiente lineare di dilatazione	per grado Centigr.	0,000017
Resistenza elettrica del conduttore a 20°	Ohm./Km.	0,220
Conducibilità elettrica a 20°	mho./mmq./m.	57
Lunghezza di pezzatura del conduttore in bobine, circa	ml.	1050

TABELLA II

Corda di rame da mm. 13 di diametro

Fili elementari componenti	num. × diam.	19 × 26/10
Diametro esterno del conduttore	mm.	13
Sezione effettiva del conduttore	mmq.	103.97
Peso del conduttore	Kg./ml.	0,925
Carico limite di elasticità	Kg./mmq.	21
Massimo carico di lavoro della corda	Kg./mmq.	13
Carico di rottura totale	Kg.	3800
Carico di rottura medio dei fili elementari	Kg./mmq.	38,5
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro	circa	3
Allungamento medio su spezzoni di cm. 20 di filo elementare di rame	%	2
Modulo di elasticità	Kg./mmq.	10 000
Coefficiente lineare di dilatazione	per grado Centigr.	0,000017
Resistenza elettrica a 20° C.	Ohm./Km.	0,166
Conducibilità elettrica a 20° C.	mho./mmq./m.	57
Lunghezza di pezzatura del conduttore in bobine, circa	ml.	750

TABELLA III

Corda bimetallica rame-acciaio da mm. 15 di diametro

Fili elementari di rame componenti il mantello	num. × diam.	12 × 30/10
Fili elementari di acciaio componenti l'anima	num. × diam.	7 × 30/10
Diametro esterno del conduttore	mm.	15
Sezione effettiva del rame, dell'acciaio e complessiva	mmq.	86,9 + 50,9 = 137,8
Aliquota percentuale sulla sezione: rame	%	63
Aliquota percentuale sulla sezione: acciaio	%	37
Rapporto tra la sezione del rame e quella dell'acciaio		1,7
Peso del rame	Kg./ml.	0,773
Peso dell'acciaio	Kg./ml.	0,400
Peso totale del conduttore	Kg./ml.	1,173
Massimo carico di lavoro della corda	Kg.	2000
Carico di rottura della corda	Kg.	9000
Carico di rottura dei fili elementari di rame	Kg./mmq.	39
Carico di rottura dei fili elementari di acciaio	Kg./mmq.	110
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro per l'intera sezione	circa	1,5
Allungam. medio su spezzone di cm. 20 di filo elem. rame	%	2
Idem di acciaio	%	5,5
Modulo di elasticità del rame	Kg./mmq.	12.000
Modulo di elasticità dell'acciaio	Kg./mmq.	20.000
Modulo di elasticità virtuale della corda di rame-acciaio	Kg./mmq.	15.000
Coefficiente lineare di dilatazione del rame	per grado Centigr.	0,000017
Idem dell'acciaio	id.	0,000012
Idem virtuale della corda rame-acciaio	id.	0,0000145
Resistenza elettrica a 20°	Ohm./Km.	0,200
Lunghezza di pezzatura del conduttore in bobine, circa	ml.	550

TABELLA IV

Corda bimetallica alluminio-acciaio da mm. 19,1 di diametro

Fili elementari di alluminio componenti il mantello	num. × diam.	30 × 27/10
Fili elementari di acciaio componenti l'anima	id.	7 × 27/10
Diametro esterno del conduttore	mm.	19,1
Sezione effettiva dell'alluminio, dell'acciaio e complessiva	mmq.	178,7 + 41,61 = 220,31
Aliquota percentuale sulla sezione: alluminio	%	81,1
Aliquota percentuale sulla sezione: acciaio	%	18,9
Rapporto tra la sezione dell'alluminio e quella dell'acciaio		4,29
Sezione di pari conducibilità in rame	mmq.	108
Peso alluminio	kg./ml.	0,481
Peso acciaio	kg./ml.	0,328
Peso totale del conduttore	kg./ml.	0,809
Rapporto pesi alluminio-acciaio		1,46
Carico limite di elasticità	kg.	5100
Massimo carico di lavoro della corda	kg.	1850
Sollecitazione massima unitaria (riferita all'intera sezione)	kg./mmq.	8,5
Carico di rottura della corda	kg.	8200
Carico di rottura dei fili elementari di alluminio	kg./mmq.	18
Idem di acciaio	kg./mmq.	130
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro per l'intera sezione	circa	4,5

Allungamento medio su spezzoni di 20 cm. di fili elementari di alluminio	%	2,5
Idem di acciaio	%	5,5
Modulo di elasticità: alluminio	kg./mmq.	6750
Modulo di elasticità: acciaio	kg./mmq.	20000
Modulo di elasticità virtuale della corda di alluminio acciaio	kg./mmq.	8500
Coefficiente lineare di dilatazione dell'alluminio	per grado centig.	0,000023
Idem dell'acciaio	id.	0,000012
Idem virtuale della corda alluminio acciaio	id.	0,0000185
Resistenza elettrica della corda a 20°	ohm./km.	0.162
Conducibilità elettrica dell'alluminio a 20° C	mho/mmq./m.	35
Conducibilità relativa al rame	%	49
Lunghezza di pezzatura del conduttore in bobine, circa	ml.	1000

TABELLA V

Corda in lega di alluminio da mm. 18.5 diametro (Aldrey, Almelec, Telectal)

Fili elementari	num. × diam.	37 × 26/10
Diametro esterno del conduttore	mm.	18,5
Sezione effettiva	mmq.	206,07
Sezione di pari conducibilità in rame	mmq.	112
Peso del conduttore	kg./ml.	0,558
Carico limite di elasticità	kg./mmq.	20
Massimo carico di lavoro della corda	kg.	1675
Carico di rottura della corda	kg.	6200
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro		3,7
Carico di rottura medio dei fili elementari	kg./mmq.	30-33
Allungamento medio su spezzoni di 20 cm. di filo elementare	%	4,5
Modulo di elasticità della corda	kg./mmq.	6450
Coefficiente lineare di dilatazione	per grado centig.	0.000023
Resistenza elettrica della corda a 20° C	Ohm/km.	0.155
Conducibilità elettrica a 20° C	mho/mmq./m.	31,5
Conducibilità relativa al rame	%	55
Lunghezza di pezzatura del conduttore in bobine, circa	ml.	1280

TABELLA VI

Corda di acciaio zincato da mm. 10 diametro

Fili elementari	num. × diam.	19 × 20/10
Diametro esterno della corda	mm.	10
Sezione effettiva	mmq.	61,48
Peso della corda	kg./ml.	0,485
Carico limite di elasticità	kg./mmq.	20
Massimo carico di lavoro	kg./mmq.	18
Carico di rottura della corda	kg.	3850
Carico di rottura medio dei fili elementari	kg./mmq.	65
Rapporto tra il carico di rottura e quello massimo di lavoro	circa	3,5
Allungamento medio su spezzoni di 20 cm. di fili elementari	%	3,5
Modulo di elasticità	kg./mmq.	20.000
Coefficiente lineare di dilatazione	per grado centig.	0,000012
Lunghezza di pezzatura della corda in bobine, circa	ml	1200

TABELLA VII

Tabella comparativa di alcune costanti fisiche delle corde di rame, alluminio-acciaio e in lega di alluminio

		Corda rame	Corda alluminio acciaio (1)	Corda lega alluminio
Peso specifico	kg./cmc.	0,0090	0,0036	0,0027
Carico di rottura riferito alla sezione effettiva	kg./mmq.	37	37 (2)	30
Resistività a 20°	ohm./ml./mmq.	0,017	0,028 (3) 0,035 (2)	0,032
Conducibilità elettrica a 20°	mho/mmq./m.	57	28,5 (2)	31,5
Conducibilità relativa		100	50	55
Sezioni di pari conducibilità		100	200	181
Modulo di elasticità	kg./mmq.	10000	8500	6450
Coefficiente di dilatazione lineare	per grado centig.	0,000017	0,0000185	0,000023
Diametri a pari conducibilità		1	1,42	1,34
Pesi a pari conducibilità		1	0,82	0,545
Resistenze meccaniche a pari conducibilità		1	2	1,47

(1) Con rapporto delle sezioni acciaio-alluminio = 1/4,29 = 23,3/100

(2) Riferito all'intera sezione.

(3) Riferito all'alluminio

TABELLA VIII

LINEA PRIMARIA MORBEGNO-VOGHERA – TRONCO MORBEGNO-USMATE

Una palificazione a due terne a 60.000 V

Caratteristiche dei sostegni di linea (Tralicci)

Conduttori in filo di rame diam. 10 mm. – Corda di guardia in acciaio zincato diam. 10 mm.

Tipo del Palo Sigla	N. dei conduttori	Angolo max. gradi sess.	Campata max. ml.	Altezza mensola infer. ml	Altezza Fuori terra ml.	Altezza Totale ml.	Larghezza in testa ml.	Larghezza allo incastro ml.	Peso totale Kg.	superf. vernic. mq.	Disegn. A. T. N.	NOTE
T6/03	6	3°	290	14,10	19,50	21,50	0.61	1 54	2020	77	2788	La lettera T indica palo a traliccio.
T6/10	6	10°	180	13 —	18,50	20,50	0-65	1.65	2200	80	2789	
T6/20	6	20°	150	10,50	16 —	18 —	0.71	1.80	2270	82	2790	Il primo numero (6) indica il numero dei conduttori.
T6/30	6	30°	120	9 —	14,50	16,50	0.73	1.80	2670	97	2791	
T6/A.	6	70°	120	9 —	14,55	16,60	0.79	2.01	3600	118	2792	
T6/S.	6	60°	250	16,905	22,45	25,04	0.79	2.52	5710	175	2793	Il secondo numero indica l'angolo di deviazione ammesso dal palo; (A) ossia amarro = 60°.
T6/10L.	6	10°	218	15,20	20,33	22,77	0.65	1.76	2730	100	2794	
T6/20L.	6	20°	225	14,85	20,38	22,43	0.71	2.11	3050	135	2795	
T6/30L.	6	30°	220	14,35	19,90	21,95	0.72	2.23	3670	147	2796	
T6/AL.	6	70°	215	13,85	19,40	21,60	0.79	2.43	4740	128	2797	
T6/S. S.	6	60°	315	22,975	28,52	31,56	0.79	3.00	7720	200	2798	

Tabella IX

LINEA PRIMARIA MORBEGNO-VOGHERA - TRONCO USMATE-ROGOREDO

Due palificazioni a una terna 60.000 V.

Caratteristiche dei sostegni di linea (Tralicci)

Conduttori in filo di rame diametro mm. 10. – Corda di guardia in acciaio zincato diametro mm. 10

Tipo del palo Sigla	N. dei conduttori	Angolo max. gradi sess.	Campata max. ml.	Altezza mensola infer. ml.	Altezza fuori terra ml.	Altezza Totale ml.	Larghezza in testa ml.	Larghezza allo incastro ml.	Peso totale Kg.	Superf. vernic. mq.	Disegn. A. T. N.	NOTE
T3/3. . . .	3	3°	200	14,10	18,00	20,00	0,50	1,25	1390	58	2785	La lettera **T** indica palo a traliccio. Il secondo numero indica l'angolo ammesso dal palo; **A** ossia amarro = 60°. Il terzo numero indica l'altezza approssimata della mensola più bassa dal suolo.
T3/10 . . .	3	10°	180	12,90	16,80	18.80	0,50	1,25	1435	60	2786	
T3/8. . . .	3	60°	100	17,00	20,75	22,75	0,42	2.60	2520	105	2787	
T3/3/11 . .	3	3°	200	14,10	18,00	20,00	0,44	1,43	1280	55	2437	
T3/3/17 . .	3	3°	200	17,00	20,90	22.90	0,44	1.60	1560	63	2436	
T3/3/22 . .	3	3°	200	22,00	25.90	27,90	0,44	1,88	2040	85	2436	
T3/3/26 . .	3	3°	200	26,00	29,00	31,90	0,44	2,10	2595	102	2435	
T3/3/9 . . .	3	3°	100	9,00	12,90	14,70	0,44	1 24	980	39	2436	
T3/10/13 . .	3	10°	180	13,00	16,90	18,90	0,49	1,59	1330	55	2439	
T3/20/10.5 .	3	20°	150	10,50	14,40	16;40	0,51	1,43	1360	52	2440	
T3/A/10.5 .	3	60°	150	10,83	14,73	16,73	0,58	1,74	2160	68	2442	
T3/A/13 . .	3	60°	200	13,00	16,90	18,90	0,58	1.90	2510	78	2441	
T3/A/17 . .	3	60°	250	17,00	20,90	22,90	0,58	2,23	3335	101	2434	
T3/A/20.5 .	3	60°	290	20,50	24,40	26,40	0,58	2,52	3910	114	2443	

Tabella X

LINEA PRIMARIA MORBEGNO-VOGHERA - TRONCO PAVIA-VOGHERA

Due palificazioni a una terna 130.000 V.

Caratteristiche dei sostegni di linea (Tralicci)

Terna **A** = Conduttori in corda di rame diametro mm. 13. – Terna **B** = Conduttori in corda di lega di alluminio adatta resistenza o corda alluminio acciaio diametro mm. 19.

Per entrambe le terne = Corda di guardia in acciaio zincato diametro mm. 10.

Tipo del palo Sigla	N. del condutt.	Angolo max. gradi sess.	Campata max. ml.	Altezza mensola infer. ml.	Altezza fuori terra ml.	Altezza Totale ml.	Larghezza in testa ml.	Larghezza allo incastro ml.	Peso dei pali Terna A Kg.	Peso dei pali Terna B Kg.	Superf. vernic. mq.	Disegn. A. T. N.
130 T3/3/17 . . .	3	3°	200	17,00	22,75	24,75	0,45	2,00	2050	2130	78	2406
130 T3/3/21 . . .	3	3°	200	21,00	26,75	28,75	0,45	2,24	2520	2560	95	2414
130 T3/3/29 . . .	3	3°	200	25,00	30,75	32 75	0,45	2,49	3000	3100	115	2415
130 T3/3/29 . . .	3	3°	200	29,00	34,75	37.00	0,45	2,75	3700	3780	125	2416
130 T3/20/14 . . .	3	20°	180	13,90	19,65	21,65	0,46	1,69	2250	2250	80	2418
130 T3/20/17 . . .	3	20°	180	17,00	22,75	24,75	0,46	1,88	2600	2600	95	2418
130 T3/A/15 . . .	3	60°	200	15,75	21,00	23,00	0 58	2,48	3470	3470	115	2410
130 T3/A/17 . . .	3	60°	225	17,25	23.00	25,00	0,58	2 66	4000	4000	130	2411
130 T3/A/21 . . .	3	60°	270	21,00	26,75	28,75	0,58	2,93	4500	4500	145	2349
130 T3/A/27 . . .	3	60°	330	27 00	32,75	35,00	0,58	3,48	6350	6350	190	2412
130 T3/A/29 . . .	3	60°	350	29,00	34,75	37,00	0,58	3,64	6860	6860	200	2417
TT1	3	60°	450	31,90	39,10	41,30	0,80	5.30	13400	13400	340	2426
TT2	3	60°	450	37,60	44,80	47,70	0,80	5,95	14200	14200	380	2427

Note = La lettera **T** indica palo a traliccio.
Il primo numero, indica l'angolo max di deviazione ammesso dal palo **A** ossia amarro = 60°.
Il terzo numero indica l'altezza approssimata dal suolo della mensola più bassa.
TT1 - TT2 = Torrette di attraversamento del F. Ticino.

TABELLA XI

LINEA PRIMARIA MORBEGNO-VOGHERA - TRONCO ROGOREDO-PAVIA

Due palificazioni a una terna 130.000 V

Caratteristiche dei sostegni di linea

Pali Società Cementi Armati Centrifug. SCAC (S)

Conduttori in corda di rame diam. mm. 13 – Corda di guardia in acciaio zincato diam. mm. 10

Tipo del palo Sigla	N. conduttori	Angolo max. gradi sess.	Campata max. ml.	Altezza			Diam. ester.		Peso Kg.	Superficie verniciata mensola mq.	Disegn. A. T. N.	NOTE
				mensola inferior. ml.	fuori terra ml.	Totale ml.	alla base cm.	in cima cm.				
S. 23 . . .	3	3°	180	15.22	20.85	23.00	57	27	6440	14.35	2547	I pali abbinati sono preceduti dal numero **2** posto davanti alla lettera **S**
S. 20 . . .	3	10°	160	12.37	18.00	20.00	57	31	6440	14.55	2519	
S, 18.5 . .	3	20°	140	11.02	16.65	18.5	63	39	7170	15.40	2551	
2S. 17.5 V .	3	30°	120	10.07	15.70	17.5	57	30.5	11190	21.01	2553	
2S. 17.5 A .	3	60°	120	10.07	15.70	17.5	57	30.5	11190	17.97	2555	
S. 26 . . .	3	3°	180	17.87	23.50	26.00	63	29.5	8540	14.49	2557	
2S. 26 V . .	3	30°	220	18.12	23.75	26.00	63	29.5	19350	20.84	2559	
2S. 26 A . .	3	60°	220	18.12	23.75	26.00	63	29.5	19310	17.97	2560	

Esposizione e congresso internazionali di fonderia.

Il Comitato Generale Esecutivo dell'Esposizione e del Congresso Internazionali di Fonderia, che avranno luogo in Milano dal 12 al 27 settembre prossimo, d'ramerà a giorni a tutte le Associazioni, Enti tecnici e privati, in Italia ed all'estero, l'invito ufficiale a partecipare alla manifestazione da esso indetta.

L'Esposizione ed il Congresso, autorizzati dal Comitato Internazionale delle Associazioni Tecniche di Fonderia, sono promossi dalle grandi Associazioni Nazionali:

- Confederazione Generale Fascista dell'Industria Italiana
- Federazione Nazionale Fascista dell'Industria Meccanica e Metallurgica
  Associazione Nazionale Fascista Industriali Meccanici ed Affini
- Associazione Nazionale Fascista fra gli Industriali Metallurgici Italiani,

e si svolgeranno sotto l'Alto Patronato di S. E. l'Ammiraglio Costanzo Ciano, Conte di Cortellazzo, Ministro delle Comunicazioni e di S. E. l'on. Giuseppe Bottai, Ministro delle Corporazioni.

L'Esposizione sarà organizzata dalla Fiera di Milano, in collaborazione col Comitato Generale Esecutivo, e sarà tenuta nel Palazzo della Meccanica, grandioso salone di oltre mq. 12.000, perfettamente attrezzato di grues a ponte, ascensori, impianti di illuminazione, di energia elettrica ad alta e bassa tensione, aria compressa, acqua sotto pressione, ecc., in modo da consentire l'installazione di macchinario in azione, di forni in funzionamento, ecc.

Hanno già inviato la loro adesione le maggiori Associazioni tecniche di fonderia tra cui la Associazione Tecnica di Fonderia ed il Sindacato Generale dei Fonditori di Francia; per l'Inghilterra la « The Iron and Steel Institute », la « The British Cast Iron Research Association » e il « The Institute of British Foundrymen »; l'Associazione Tecnica di Fonderia del Lussemburgo; il « Verband Deutscher Giessereien » ed il « Verein Deutscher Giessereifachleute » per la Germania; le Associazioni Tecniche di Spagna; l'Associazione Tecnica di Fonderia della Cecoslovacchia; la « Nederlandsche Vereeniging van Gieterj Technici » per l'Olanda, e per gli Stati Uniti l'« American Foundrymen's Association ».

La recente riforma nella Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni

Ing. dott. GIACOMO FORTE

(*Continuazione*)

Riassunto. — Vedi *Rivista Tecnica*, N. 2, Febbraio 1931, pag. 49.

In quanto all'arredamento interno dei laboratori è da osservarsi preliminarmente che fin dal 1925 fu in questa stessa Rivista (1) già segnalata anche la esiguità dei fondi messi a disposizione per tale titolo, ritenendosi necessaria una spesa annua di circa lire 140.000, mentre nei diversi esercizi, dal dopoguerra fino al 1925, non era stata assegnata per lo stesso titolo che la somma complessiva limitata di L. 200.000.

È però da notarsi che nei tre esercizi successivi le somme assegnate per arredamento e macchinari raggiunsero complessivamente i due milioni, a cui si aggiunsero nel 1928-29 autorizzazioni di spesa per altre L. 236.000 complessive, di cui L. 107.000 nel 2° semestre, trascorso sotto la nuova dirigenza.

Purtuttavia da questa fu riconosciuto necessario un riesame non più frammentario, ma generale della situazione per risolvere — parallelamente alla questione dei locali — anche quella dei mezzi ed arredi in modo completo e definitivo, nel senso di un aggiornamento e di una eliminazione di ogni deficienza rispetto alle necessità ed ai fini previsti e nel senso di una perequazione, armonia ed unicità di vedute per tutti gli impianti facenti parte della Sezione.

Ma nel contempo si è considerato che il problema andava abbinato e completato con l'altro dello svecchiamento dei mezzi ormai logori o non più idonei alle esigenze odierne, e superflui.

Sicchè si è dovuto attuare un duplice provvedimento per aggiornare del tutto la dotazione di arredamento della Sezione dell'Istituto: si è cioè da un lato disposta una generale revisione degli apparecchi in dotazione per versare, con o senza ricambio, quelli fuori uso o non convenientemente utilizzati; si è dall'altro formulato un programma generale ed organico di completamento di dotazioni in relazione sia all'ampliamento dei locali messi a disposizione dei laboratori, che agli scopi e programmi di lavoro da perseguire ed attuare.

Tale programma ha dovuto considerare le seguenti principali utilità:

1 – completare l'arredamento degli uffici amministrativi e tecnici, fornire di mobilio il nuovo personale ed arredare i nuovi spogliatoi, refettori e sale di aspetto;

2 – arredare l'officinetta annessa all'Istituto per renderla idonea a costruire con sollecitudine e precisione i pezzi speciali che man mano si rendessero necessari ed

(1) Vedi *Rivista Tecnica delle F. S.*, n. 2, 3, 4, del 1925.

a conservare in ordine gli apparecchi esistenti, evitando di ricorrere a Ditte specializzate, che insediatesi quasi del tutto nell'Istituto, avvalendosi della loro esclusività ed immediatezza di lavoro non sempre applicavano prezzi di concorrenza e davano luogo a qualche altro inconveniente;

3 – completare la biblioteca;

4 – dotare la Sezione in un impianto completo di cinematografia sia come mezzo ausiliario di laboratorio, sia per istruzione o per diffusione e valorizzazione di ricerche e studi.

5 – arredare la nuova sala delle collezioni, raccolte, come si è detto, con interesse prevalentemente didattico e ferroviario insieme;

6 – provvedere il gabinetto petrografico di mezzi atti alle indagini correnti microscopiche e petrografiche;

7 – dare apparecchi necessari per prove su pietre, argille refrattarie, mattoni refrattari e materiali da massicciate, e per prove a caldo sui refrattari;

8 – assicurare con apparecchi adatti, che negli ambienti in cui si eseguono le prove sui cementizi siano rispettati i limiti di temperatura ed umidità previsti dalle disposizioni legislative vigenti;

9 – completare la dotazione dei mezzi per le prove sui materiali cementizi in relazione alla importanza primaria per numero di prove, acquisita dal relativo laboratorio in Italia, alla convenienza di equipotenziarne le diverse attrezzature ad alle necessità rilevate per le prove di collaudo come per studi od esperienze interessanti le prescrizioni tecniche in vigore;

10 – completare la dotazione di apparecchi ed attrezzature nel laboratorio elettrotecnico allo scopo di avere, fra l'altro, la corrente continua ed alta tensione, l'alta frequenza, un gruppo convertitore a frequenza variabile da 16 a 60 periodi, un voltmetro elettrostatico fino a tensioni di 150.000 V, un dispositivo di Heafely per le misure delle alte tensioni alternate, condensatori Hartman e Braunn per le alte tensioni in aria od in gas compresso, un ponte di Schering;

11 – fornire il laboratorio fisico-meccanico di manometri di taratura fino a cinque tonn.;

12 – completare la dotazione dei laboratori di metallurgia per avere, fra l'altro, un corredo completo di macchine utensili moderne atte alla preparazione dei provini, destinati a prove meccaniche od esami microscopici, e delle superfici piane per attacchi, e per avere inoltre la regolazione automatica della temperatura nei forni ed altri forni ed accessori per ricerche sugli effetti dei trattamenti termici ad alte temperature;

13 – completare le dotazioni dei laboratori chimici per metterli in grado di meglio rispondere alle aumentate esigenze. ed in particolare quelle del laboratorio tessuti e carte, a cui è stato dato un indirizzo più tecnico e specifico, quelle del laboratorio combustibili, specie nei riguardi dei forni per la determinazione della fusibilità delle ceneri e relativo controllo, e quelle del laboratorio vernici, colori e solventi per renderne più spedito l'esame e per perfezionare i metodi finora seguiti.

Tali necessità, sottoposte all'esame di una Commissione Superiore appositamente nominata, sono state in genere riconosciute ed approvate, sicchè sono in corso di graduale ma completo soddisfacimento per un importo complessivo previsto di L. 968.000, diviso nei tre esercizi correnti dal 1929-30 al 1931-32.

Si è peraltro ammesso che bisogni non previsti presentantisi nel frattempo potessero dar luogo ad altre proposte particolari ed autorizzazioni suppletive di spesa. Difatti le somme autorizzate nel primo biennio finanziario 1929-31 sono ammontate a L. 824.000 in conto della somma precedentemente indicata ed a L. 70.000, fino al 31 dicembre 1930, in base a proposte speciali di spesa.

Nè di trascurabile importanza è riuscito lo svecchiamento dei mezzi esistenti, sia perchè eseguito su direttive centrali estese a tutti i laboratori contemporaneamente e rapidamente, sia perchè ha inteso prendere in esame tutti gli apparecchi fuori uso, da tempo man mano accantonati e talvolta forse anche dimenticati in locali appartati e di ripostiglio, da dove si son dovuti riestrarli; sia perchè abbinato allo spostamento quasi generale dei laboratori, che ha infatti consigliato alcune precipue sostituzioni, come quella di cappe per laboratori chimici, difficilmente spostabili. Del resto tutti i ricambi di oggetti si sono attuati dopo un controllo multiplo, che ne ha riconosciuto la opportunità e la convenienza. La somma spesa a tal fine nel biennio solare 1929-30 è ammontata a lire 1.028.000.

Sicchè in complesso in base a ricambi od aumenti nel biennio solare indicato per le dotazioni della Sezione si è assegnata finora la cospicua somma di L. 2.029.000, che, se rimane di parecchio al disotto di quella di L. 4.000.000 segnalata nel 1928 ed integrata dall'ulteriore spesa annua di L. 440.000 prevista dalla stessa precedente dirigenza, può ora riconoscersi invece a ragion veduta pienamente rispondente all'aggiornamento voluto. Di più non si prevedono pel prossimo avvenire altre richieste eccessive di spesa, dovendosi attendere intanto ad utilizzare e sfruttare tutte le apparecchiature acquistate a scopo di indagine e di studio prima di avvistare alla possibilità di pensare ad altre.

Le figure riprodotte rappresentano alcuni dei più recenti e caratteristici apparecchi acquistati. Esse sono state scelte da un album completo di fotografie di buona parte degli apparecchi in dotazione nella Sezione. Accenniamo qui di seguito gli usi generici, come gli scopi precipui, a cui essi sono separatamente destinati.

(Continua)

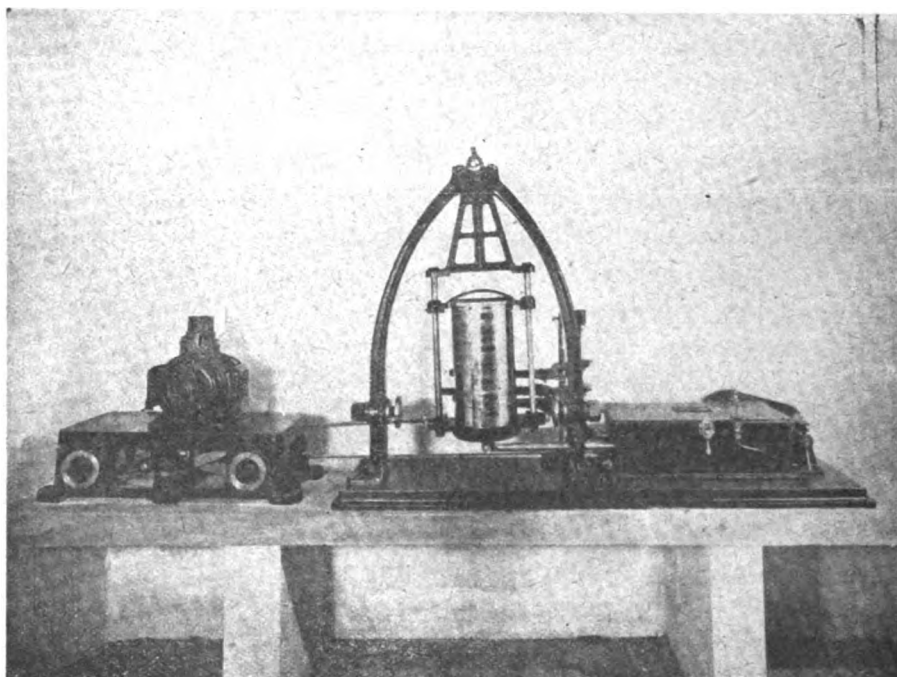



Fig. 1. ***Setaccio Förderreuther per analisi granulometriche.*** – Serve alla classificazione granulometrica rigorosa e dettagliata, conforme alle moderne esigenze tecniche, dei materiali polverulenti aventi grani di dimensioni comprese fra mm. 1,5 e mm. 0,06. È utilizzato perciò correntemente per prove di collaudo su smerigli, pomici, terre refrattarie e sostanze coloranti. Servirà anche per studi granulometrici su cementi, sabbie ed in genere su qualunque materiale polverulento. Mancava in precedenza alcun mezzo egualmente idoneo al riguardo.

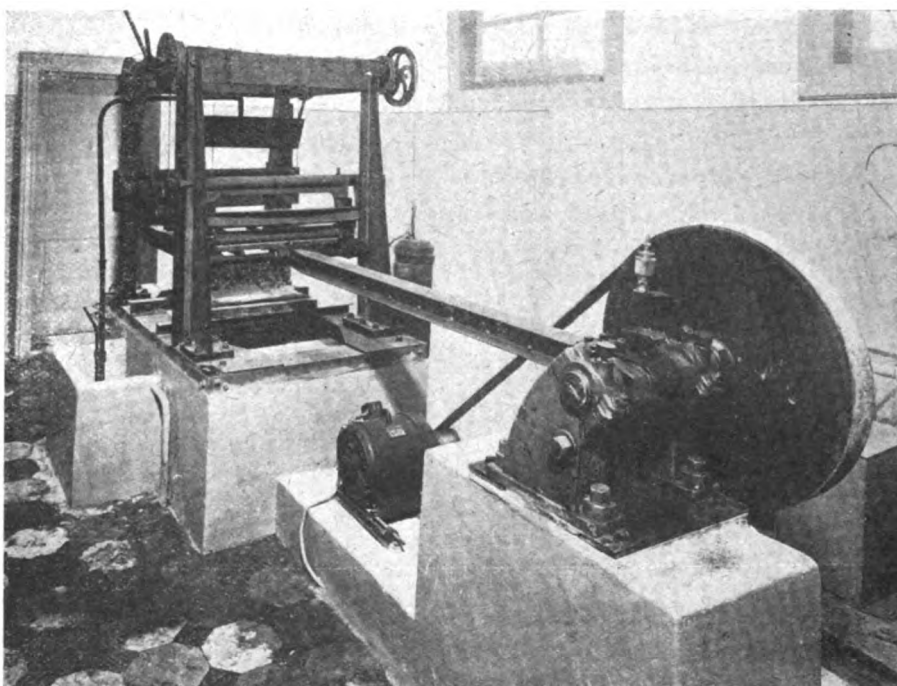



Fig. 2. ***Sega multipla per tagliare pietre, mattoni e calcestruzzi.*** – È atta a segare materiali litoidi di qualunque durezza fino a blocchi di dimensioni massime di cm. 60 × 60 × 60. È utilizzata a ricavare provini da blocchi informi di pietre e calcestruzzi e da mattoni comuni o refrattari, per prove di schiacciamento, come da mattonelle da pavimentazione per prove di usura. Si ricorreva in precedenza a Ditte estranee con dispendio di tempo e di denaro.

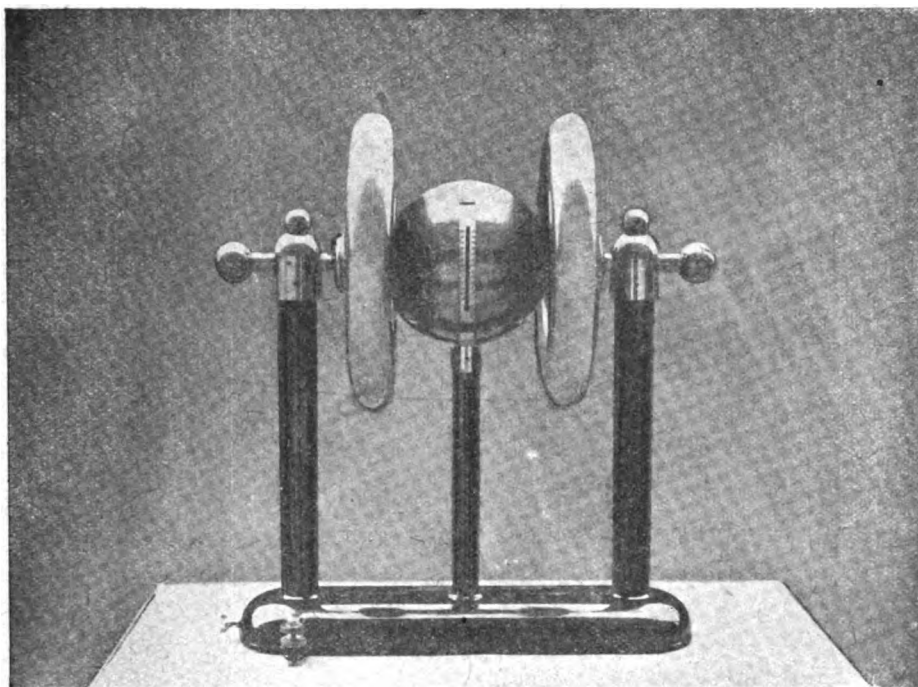



Fig. 3. *Voltmetro elettrostatico tipo Sterzel con tre scale per* 80 – 120 – 150 K.V. **Serve per misure di alta tensione. È utilizzato per determinare direttamente la tensione di perforazione nelle prove sui dielettrici, oltrechè per altre misure di tensione. Precedentemente si usava nelle prove di rigidità dielettrica molto meno agevolmente lo spinterometro, dovendosi procedere per tentativi.**

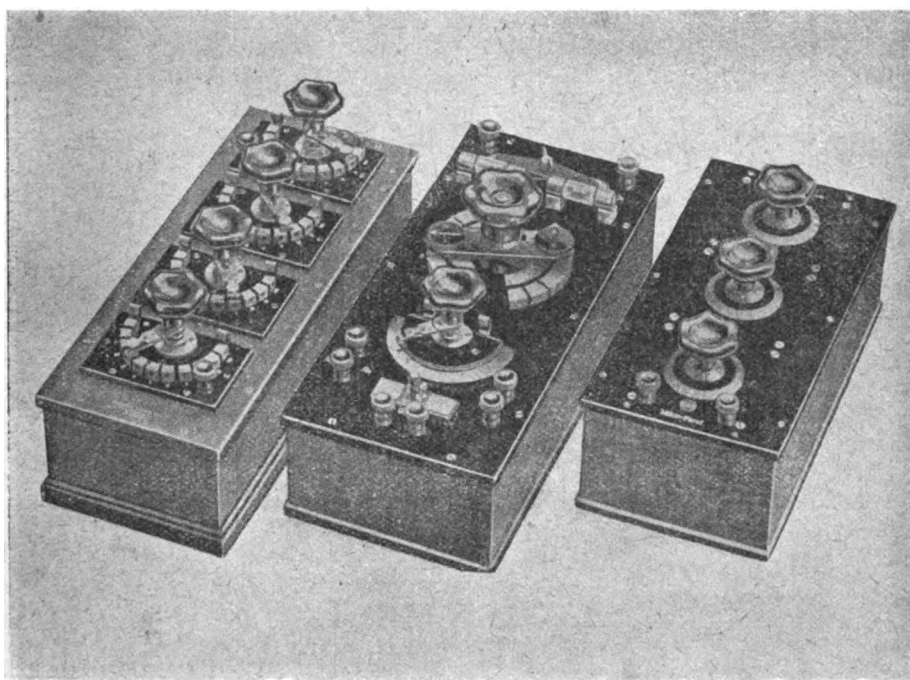



Fig. 4. ***Ponte di Schering per misure ad alta tensione.*** **– Determina le perdite dielettriche negli isolanti e gli angoli relativi. Sostituisce il metodo diretto della misura della rigidità dielettrica, quando questa presentasi difettosa. È destinato al collaudo ed agli studi sugli isolanti. Ha colmato una lacuna esistente.**

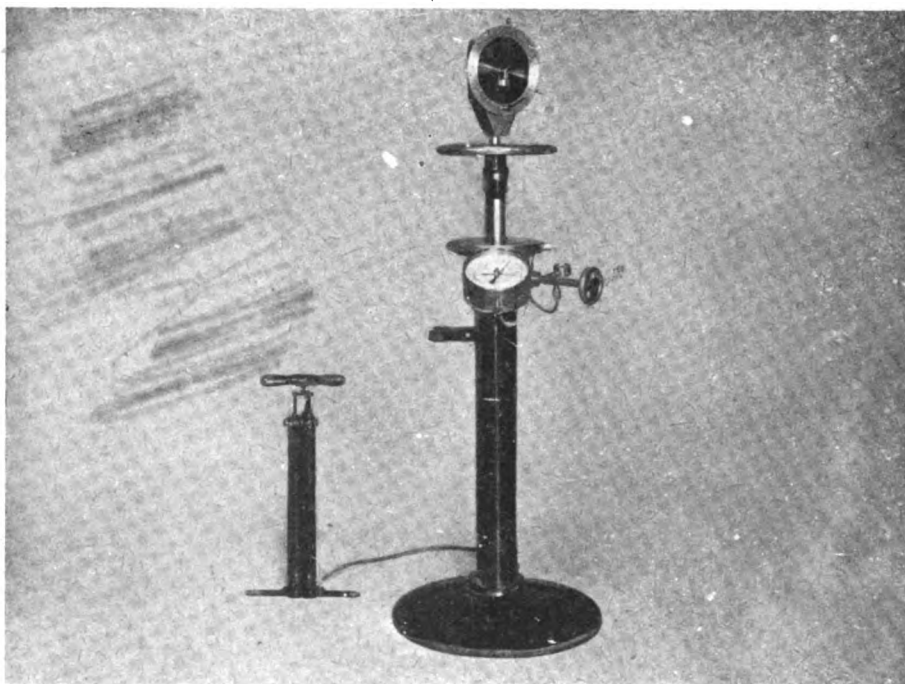



Fig. 5. *Apparecchio Schopper-Dalen.* — Misura la resistenza allo scoppio, ricavata mercè determinazione della pressione d'aria all'uopo occorrente, e la freccia di gonfiamento prima della rottura per ogni sorta di materiale flessibile in forma di fogli, come carta, tessuti, cuoio ecc. È destinato a ricerche e studi, diretti ad introdurre eventualmente tale resistenza nei capitolati a maggior garanzia della bontà del materiale.

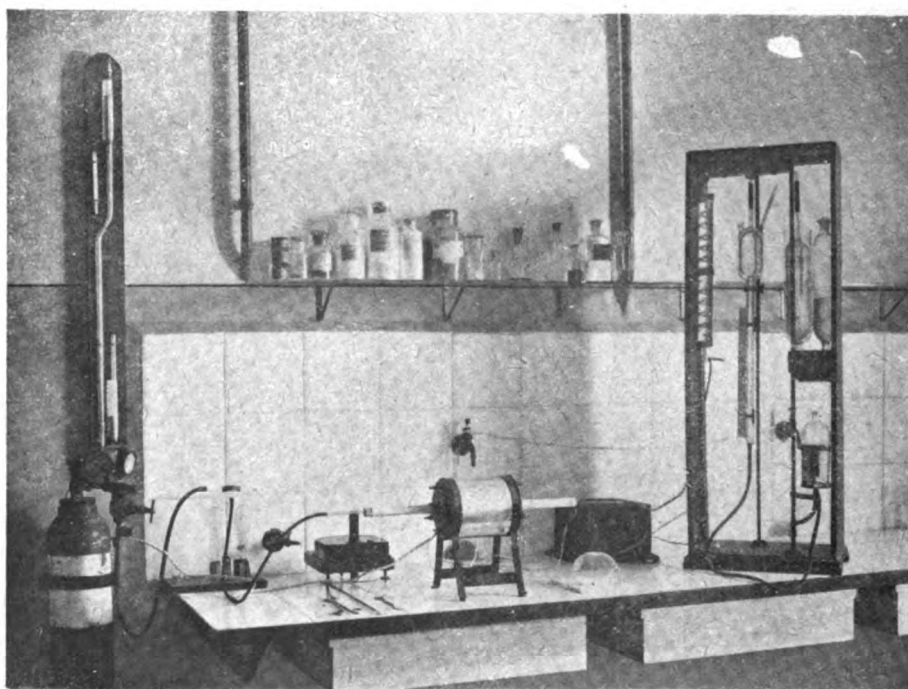



Fig. 6. *Apparecchio Strolkein per analisi volumetrica del carbonio.* — Serve a dosare il carbonio contenuto nei materiali ferrosi per via volumetrica. Viene utilizzato a tale scopo pei materiali delle F. S. Costituisce un mezzo più rapido d'analisi rispetto a quello di determinazione precedente.

Fig. 7. ***Macchina Schenk per prove di fatica a flessione rotante*** – Serve alla determinazione sperimentale del limite di fatica a tale sollecitazione. È utilizzata alla ricerca di detto limite ed alle indagini sulle relazioni fra le caratteristiche meccaniche normali e la resistenza in genere alle sollecitazioni cicliche per flessione (assi, alberi, molle, ecc.). Permette di assegnare carichi di sicurezza sperimentali, anzichè empirici come quelli attualmente in uso. Consente la determinazione di un indice di durabilità per sollecitazioni cicliche dovute a sforzi violenti.

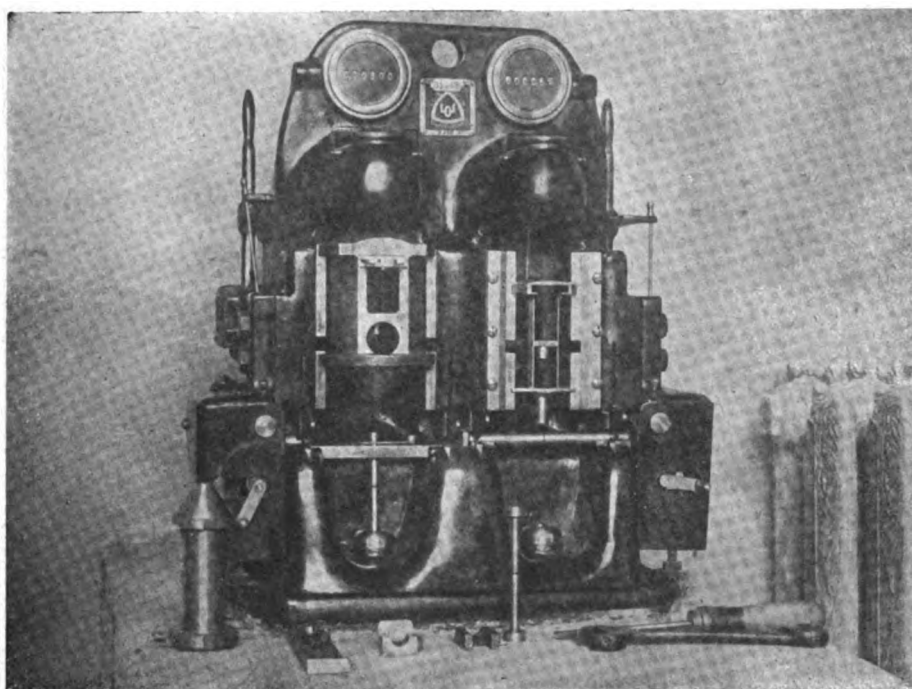



Fig. 9. ***Macchina Losenhausen per prove lente ad urti ripetuti.*** – Serve alla ricerca degli indici di durabilità dei materiali metallici così sollecitati nelle prove di flessione, trazione e compressione. Integra le prove effettuabili colla Amsler, già in dotazione, permettendo di operare con energie d'urto più lievi e con spostamenti angolari diversi.

Fig. 8. *Macchina Losenhausen per prove di fatica a torsione alterna.* – Serve alla determinazione sperimentale del limite di fatica alla torsione. È utilizzata per siffatte sollecitazioni (molle ad elica, ecc.) analogamente alla macchina precedente e raggiunge analoghi obiettivi. Permette inoltre di variare i carichi nei due sensi.

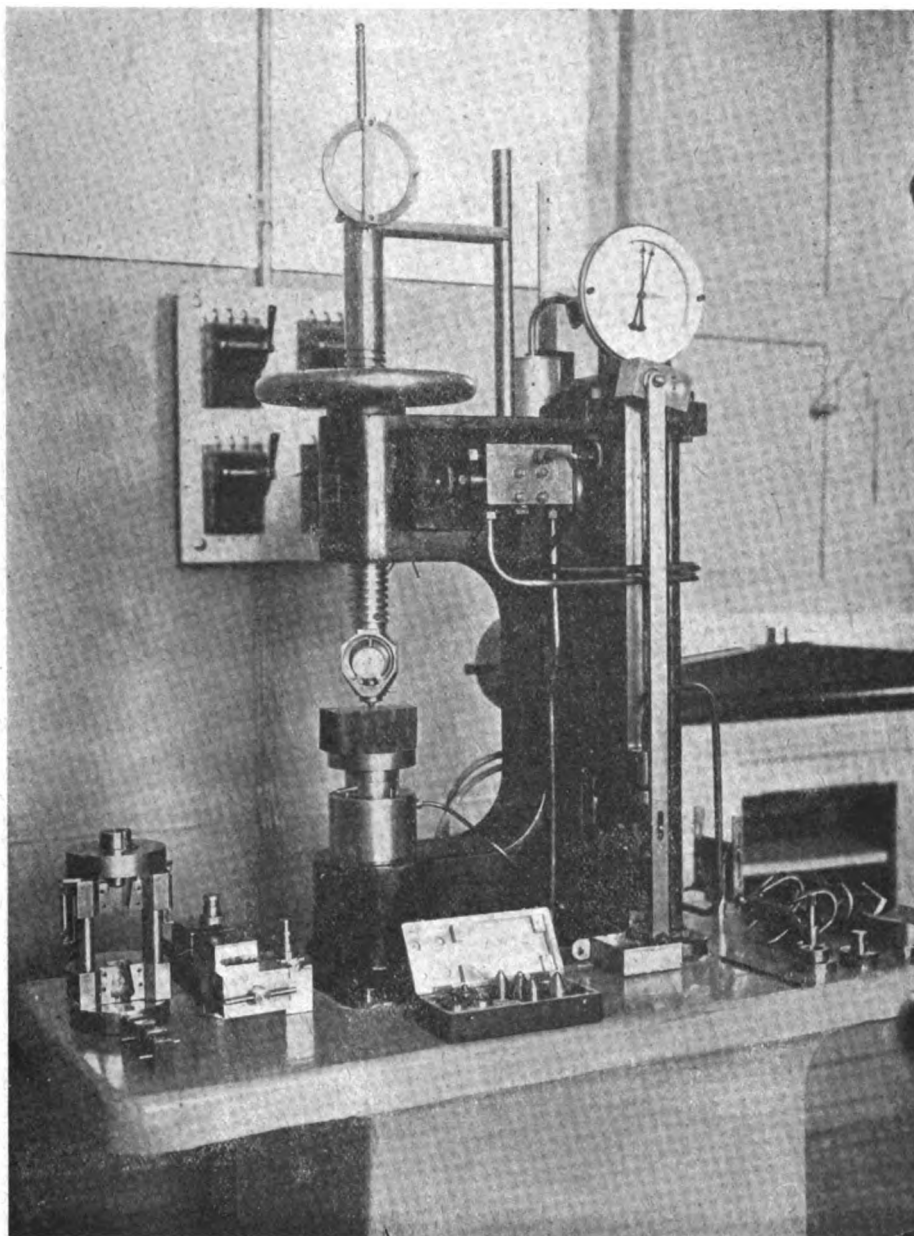



Fig. 11. *Macchina Amsler universale per prove di durezza.* – Serve alla determinazione delle varie durezze mediante sistemi diversi: « Brinell », « Rockwell », « Ludwig », « a punta piramidale » ecc. È stata acquistata allo scopo di avere una macchina che consenta di effettuare le prove di durezza secondo sistemi nuovi, che si vanno estendendo nei vari stabilimenti di costruzioni ferroviarie. Oltre a ciò la macchina consente di effettuare anche prove delicate di flessione, compressione, imbottitura, ecc. Colma all'uopo una lacuna.

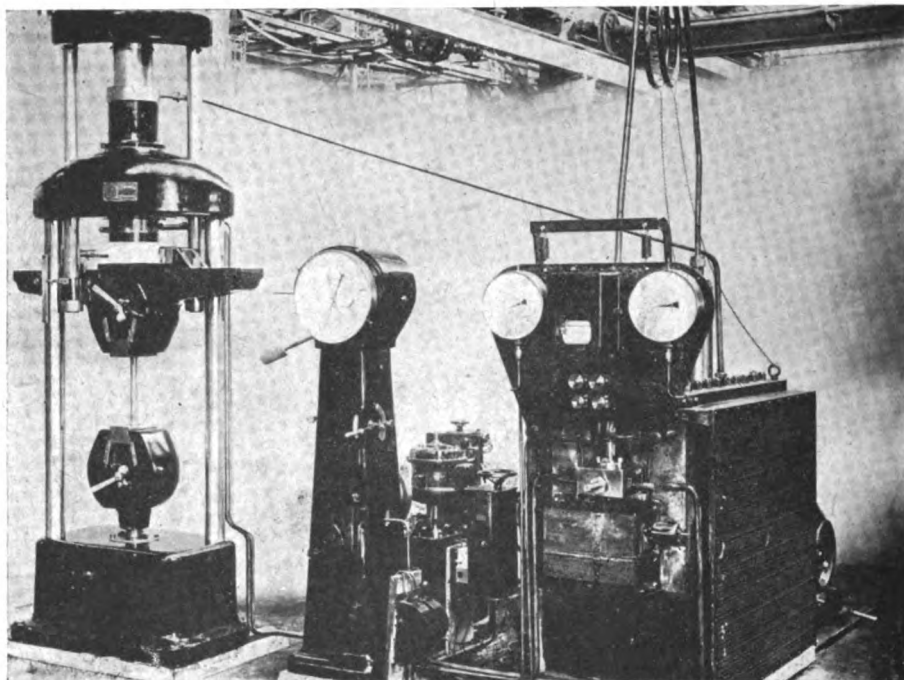



Fig. 10. *Macchina Losenhausen con pulsometro per prove a caldo ed a freddo.* – **Serve ad effettuare prove di trazione e resistenza di materiali metallici per sforzi pulsanti tanto a freddo quanto a caldo. È utilizzata per effettuare prove di elasticità fino a sforzi di 60 tonn.; per studiare l'effetto delle pulsazioni sia nel campo elastico, che in quello delle deformazioni permanenti; infine per misurare l'influenza della temperatura nelle prove indicate (resistenza di lamiere da caldaia a caldo, di rotaie ed altro materiale a freddo). Colma una lacuna.**

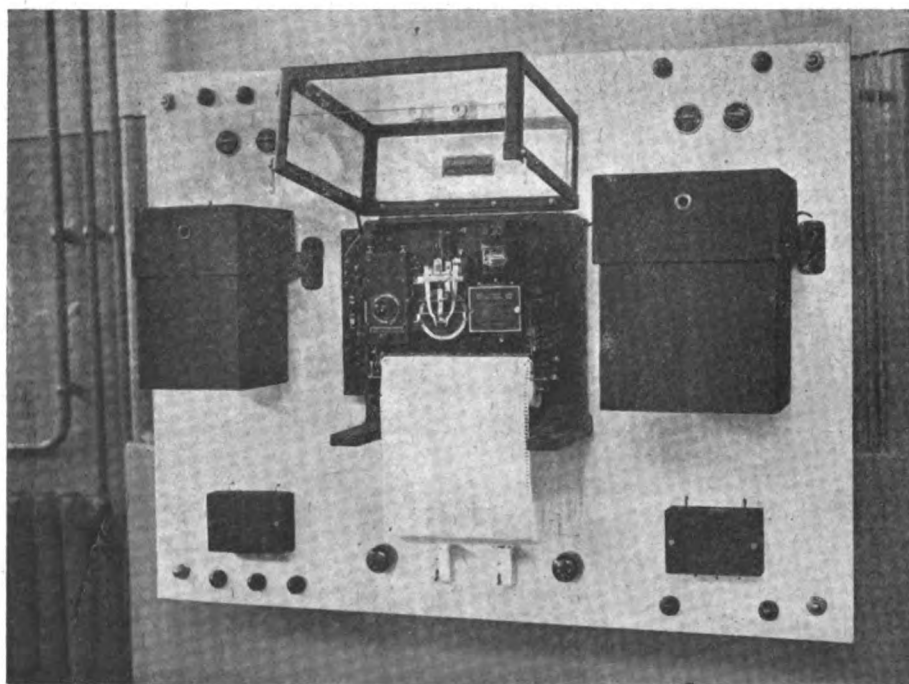



Fig. 12. *Pirometro registratore e autoregolatore.* – **Serve a registrare la temperatura dei forni elettrici per ricotture e trattamenti termici, e ad autoregolare la marcia dei forni. È a tal uopo utilizzato nel laboratorio di prove meccaniche sui metalli. Consente di fare trattamenti termici sicuri, dandone la documentazione, e di risparmiare la presenza continuativa di un operaio.**

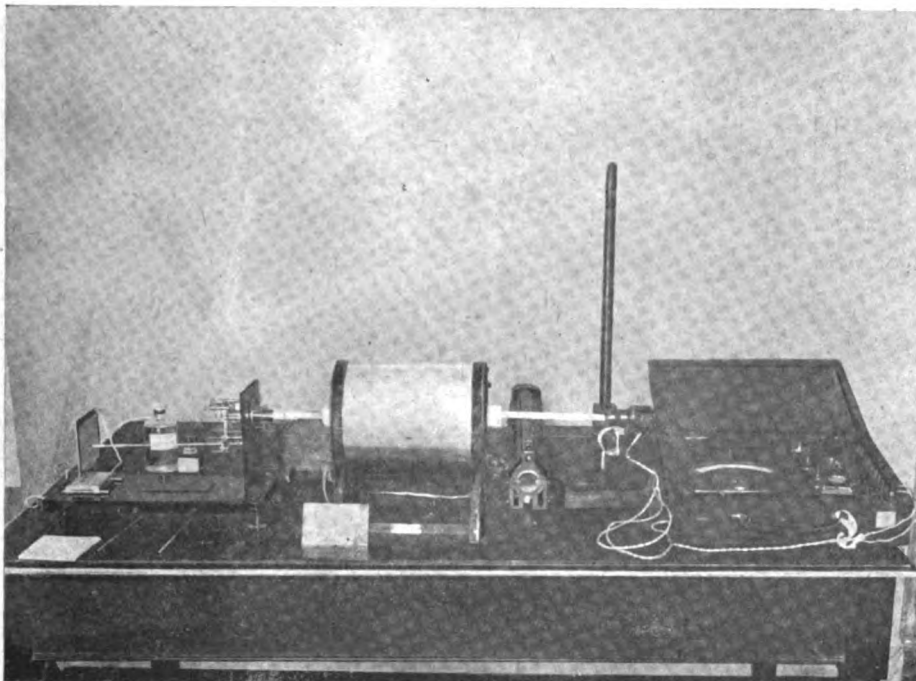



Fig. 13. *Dilatometro differenziale Chevenard.* – Serve a determinare le curve differenziali di dilatazione durante le trasformazioni allotropiche. È impiegato a rendere razionale il trattamento termico dei materiali metallici per prodotti di limitate dimensioni trasversali (fili per funi metalliche, piccoli pezzi di meccanismi, ecc.) Integra il pirometro differenziale Brown, già in dotazione, che può determinare i punti critici solo su pezzi di dimensioni trasversali non minori di mm. 15.

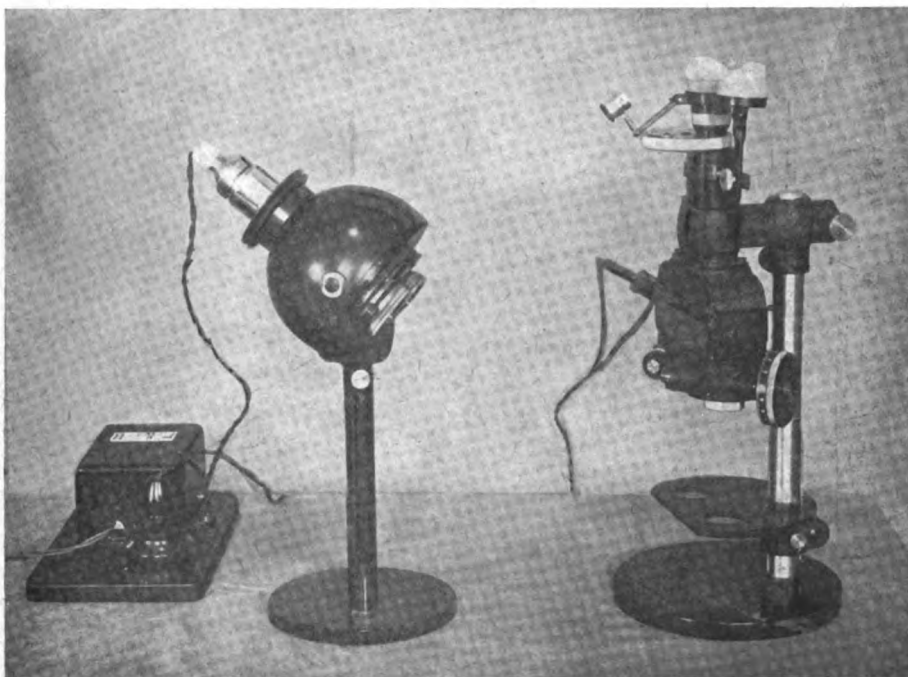



Fig. 14. *Fotometro graduale Zeiss (Stupho).* - Serve come colorimetro, nefelometro e microscopio di comparazione. Mette in grado di poter distinguere microscopicamente la diversa struttura dei pigmenti coloranti, di effettuare analisi colorimetriche, di stabilire il punto di colore ad es. di un pannello verniciato, di misurare il grado di brillantezza di una superficie ad es. smaltata, come il grado di intorbidimento di liquidi ed in particolare di oli e vernici. È acquistato dal laboratorio vernici, colori e solventi per uso corrente e per studi su nuove condizioni da introdurre eventualmente nei capitolati.

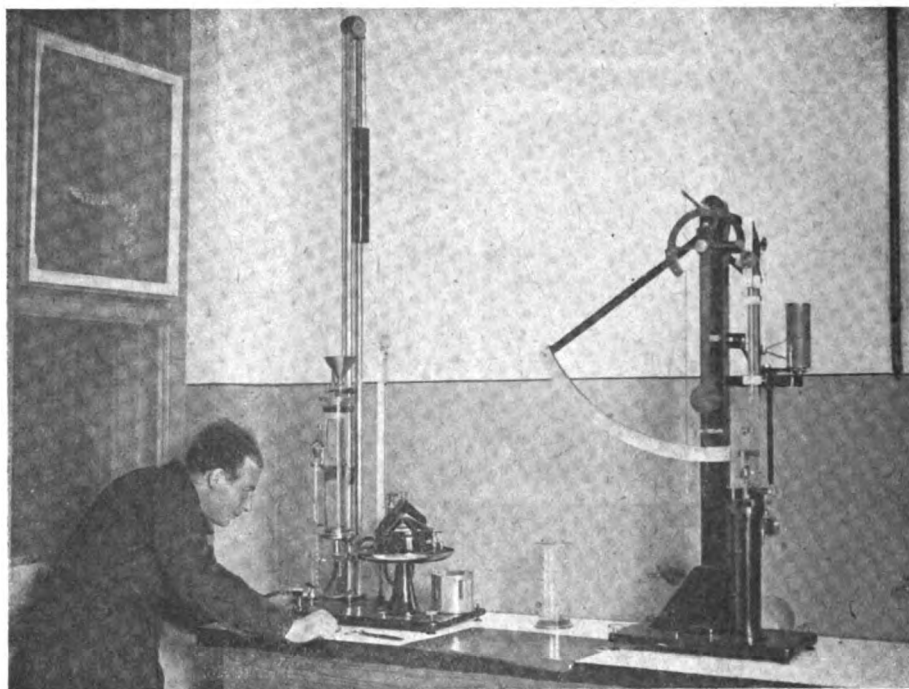



Fig. 15. *Densometro Schopper.* — Determina la permeabilità all'aria ed all'acqua delle pellicole, della carta, ecc. È utilizzato, per ora almeno, a scopo di studio sulla permeabilità delle films di vernici e di smalti e sulla relativa variazione nel tempo in confronto al comportamento pratico di resistenza e di durata. Concorre a dare i mezzi di ricerca di metodi più brevi e sicuri di prova e di giudizio sulle vernici.

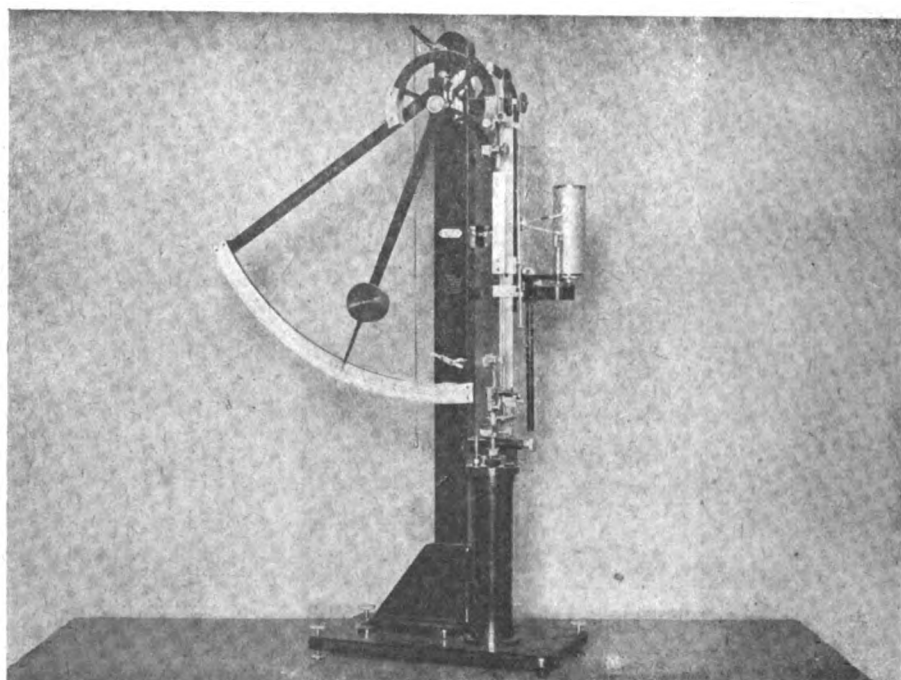



Fig. 16. *Dinamometro Schapper.* Determina il carico di rottura, il grado di elasticità e l'allungamento delle pellicole, carte, ecc. È utilizzato, per ora almeno, a scopi del tutto analoghi a quelli dell'apparecchio precedente.

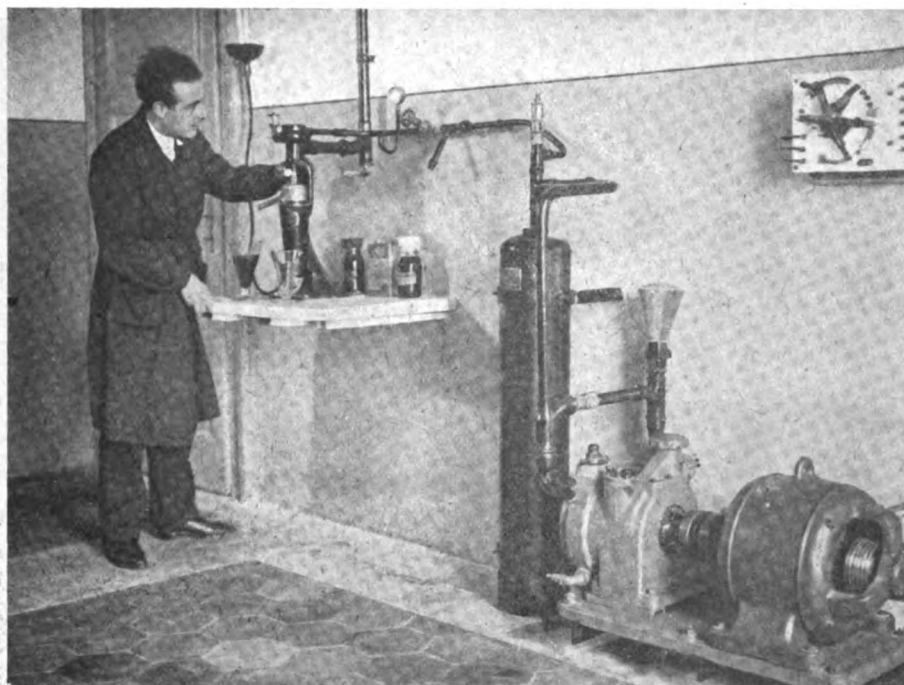



Fig. 17. *Supercentrifuga Sharples* (45.000 giri al 1'). Chiarifica, separa, emulsiona liquidi. È utilizzata per separare il pigmento del veicolo nelle tinte e negli smalti, per chiarificare oli e solventi, per la separazione di liquidi emulsionati. Aggiorna metodi che, adoperando centrifughe a 4 o 5 mila giri quali si avevano, non riuscivano così bene nelle analisi di smalti e tinte; ne abbrevia il tempo.

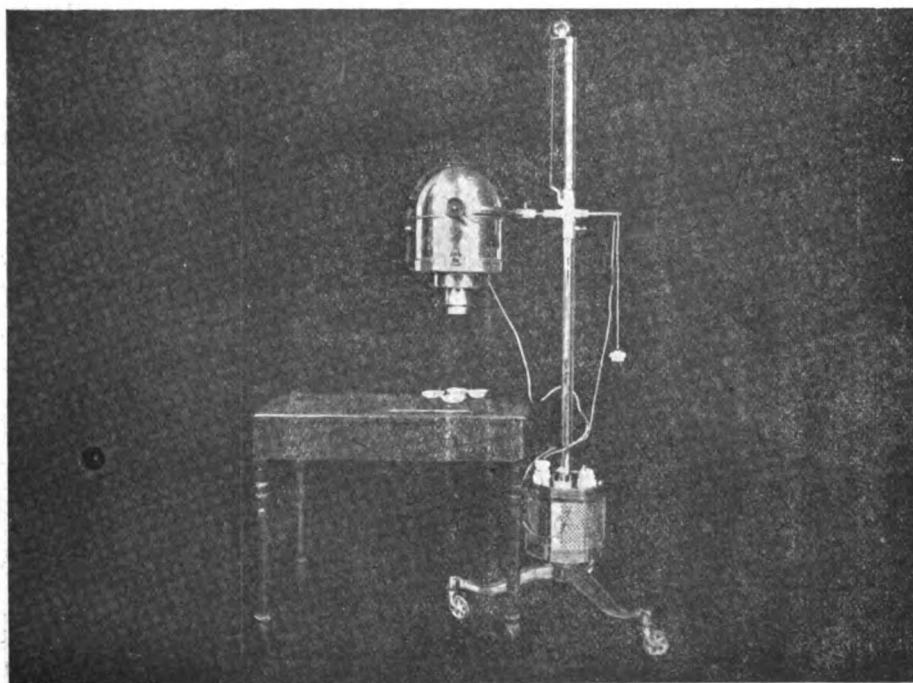



Fig. 18. *Lampada a vapor di mercurio per raggi ultravioletti.* – È utilizzata a completamento di analisi chimiche di oli e grassi, specie nel riconoscimento di sofisticazioni e per analisi di carte, colori, tessuti ecc. Colma una lacuna e rende possibile in molti casi il giudizio immediato su qualità e proprietà della sostanza, che altrimenti richiederebbe lunghe e laboriose ricerche.

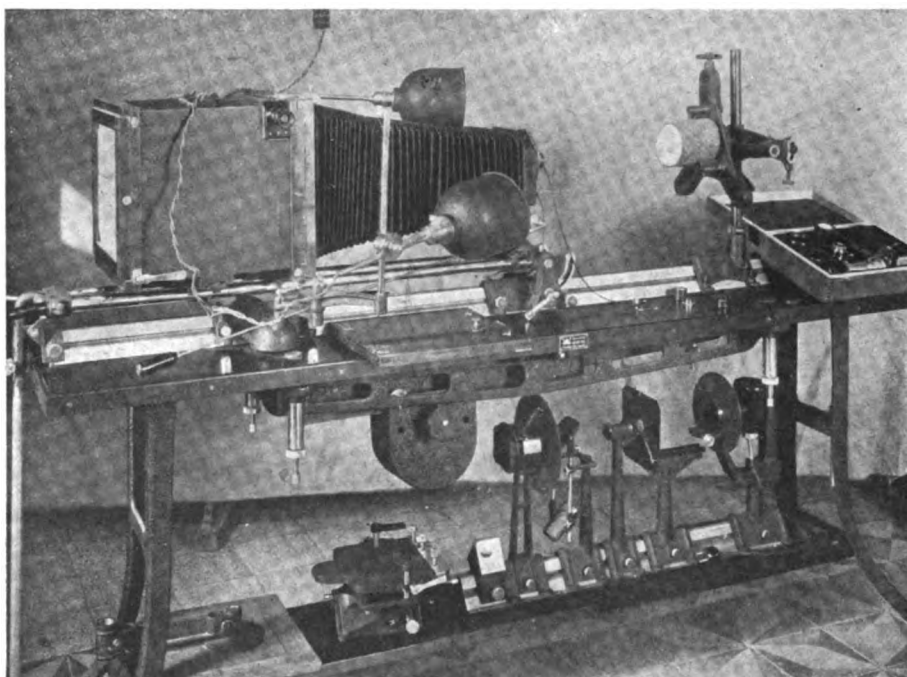



Fig. 19. ***Apparecchio microfotografico Uma.*** – **Serve per fotografie di preparati microscopici per trasparenza, di corpi diafani, come di oggetti opachi a debole ingrandimento. È destinato ad esame di campioni di legni e cuoi, a scopo di collaudo o di identificazione. Sostituisce, aggiorna e completa mezzi vecchi ed avariati per lungo uso.**

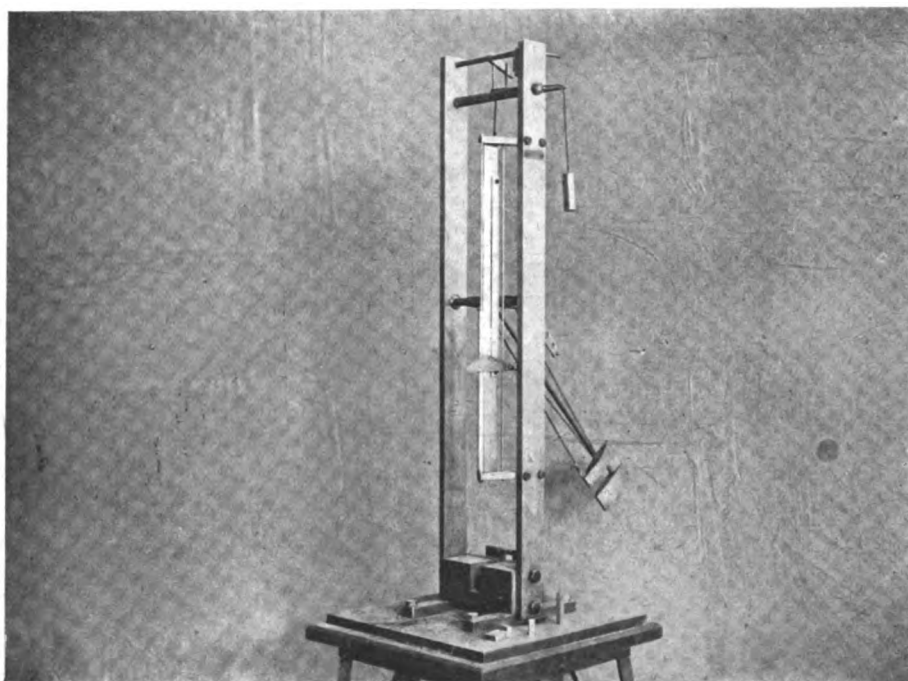



Fig. 20. ***Macchina Amsler da 1 kgm. per prove di resilienza.*** – **Serve per le prove di resilienza su ghise, su leghe molto fragili quali electron, silumin, ecc. Colla macchina esistente da 30 kgm. si ottengono errori da 0,1-0,2 kg., che sarebbero intollerabili per resilienze non superiori ad 1 kgm. Dà modo di classificare siffatti materiali. Colma perciò una lacuna.**

CALCOLO GRAFICO DELL'ERRORE COMPLESSIVO DOVUTO AI TRASFORMATORI DI MISURA NEI GRUPPI INTEGRATORI TRIFASE

Redatto dall'Ing. OTTO CUZZER per incarico del Regio
Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sez. Ferroviaria)

Riassunto. — Nelle verifiche dei gruppi misuratori dell'energia elettrica si deve tener conto degli errori propri dei riduttori sia di corrente che di tensione. Il calcolo relativo riesce laborioso quando esso debba essere ripetuto per molte e diverse condizioni di carico. Si è studiato quindi un procedimento grafico di calcolo che permette di rilevare l'errore complessivo per il gruppo trifase. Tale procedimento è già stato impiegato nella pratica delle misure dal Laboratorio Elettrotecnico con risultato soddisfacente.

Per ogni gruppo di trasformazione l'errore in % è dato dalla formula

[1] $$\Sigma = y_v + y_A + (100 \text{ sen } \theta_a + 100 \text{ sen } \theta_v)\, tg\, \varphi$$ (1)

in cui y_A è l'errore di rapporto del trasformatore di corrente, y_v l'analogo errore per quello di tensione, $\theta_a - \theta_v$ i corrispondenti errori angolari e φ l'angolo di fase.

La dimostrazione della formula è immediata. Considieriamo solo l'espressione $(100 \text{ sen } \theta_A + 100 \text{ sen } \theta_v)\, tg\, \varphi$, essendo y_A ed y_v gli errori stessi in % di rapporto.

L'energia erogata è

$$VI \cos \varphi$$

e quella misurata tenendo conto dei soli errori angolari

$$VI \cos [\varphi + (\theta_v + \theta_A)]$$ (2)

per cui l'errore è espresso da

$$VI \cos [\varphi + (\theta_v + \theta_A)] - VI \cos \varphi$$

e quello percentuale da

$$100 \frac{VI \cos [\varphi + (\theta_v + \theta_A)] - VI \cos \varphi}{VI \cos \varphi} = 100 \frac{\cos \varphi \cos (\theta_v + \theta_A) + \text{sen } \varphi \text{ sen } (\theta_v + \theta_A) - \cos \varphi}{\cos \varphi}$$

e poichè θ_v e θ_A sono angoli piccolissimi l'espressione diventa

$$100 \frac{\cos \varphi + \text{sen } \varphi \text{ sen } (\theta_v + \theta_A) - \cos \varphi}{\cos \varphi} =$$

$$= 100 \text{ sen } (\theta_v + \theta_A)\, tg\, \varphi = (100 \text{ sen } \theta_v + 100 \text{ sen } \theta_A)\, tg\, \varphi$$

(1) BARBAGELATA, *Elettrotecnica*. 15, III, 1921.

(2) I valori di θ_v e θ_A si intendono algebrici: θ_A è positivo quando la corrente secondaria rovesciata prende la primaria e θ_v invece quando la tensione secondaria rovesciata segue la primaria.

Trattandosi di un contatore trifase i due errori percentuali dei gruppi riduttori

[2] $\Sigma_1 = y_v + y_A + 100 \, (\text{sen}\ \theta_v + \text{sen}\ \theta_A)\ tg\ (\varphi - 30)$ per la fase maggiore e

[3] $\Sigma_2 = y_v + y_A + 100 \, (\text{sen}\ \theta_v + \text{sen}\ \theta_A)\ tg\ (\varphi + 30)$ per la fase minore

devono essere moltiplicati per due coefficienti minori dell'unità e funzione di cos φ. Precisamente se x è il rapporto fra l'energia registrata dai due contatori, rapporto determinante il cos φ, Σ_2 deve essere moltiplicato per $\frac{x}{1+x}$ e Σ_1 per $\frac{1}{1+x}$.

Quindi la percentuale totale di errore da applicarsi al contatore è

$$\frac{x}{1+x}\Sigma_2 + \frac{1}{1+x}\Sigma_1.$$

Il calcolo dell'errore complessivo del gruppo riesce quindi alquanto laborioso, specie quando esso deve essere ripetuto per tutte le diverse condizioni di carico.

Pertanto si è studiato un procedimento di calcolo grafico che permette di determinare rapidamente l'errore complessivo del gruppo.

Poichè gli errori d'angolo sono normalmente dati in % nella forma 100 sen θ le somme indicate nelle formule [2] e [3] sono di esecuzione immediata, per cui dette formule possono scriversi

$$\Sigma_1 = Y_1 + Z_1\ tg\ (\varphi - 30)$$
$$\Sigma_2 = Y_2 + Z_2\ tg\ (\varphi + 30)$$

in cui

$$Y_1 \div Y_2 = y_v + y_A \quad \text{e} \quad Z_1 \div Z_2 = 100\ \text{sen}\ \theta_v + 100\ \text{sen}\ \theta_A$$

l'errore complessivo del gruppo è quindi

$$\Sigma = [Y_1 + Z_1\ tg\ (\varphi - 30)]\ \frac{1}{1+x} + [Y_2 + Z_2\ tg\ (\varphi + 30)]\ \frac{x}{1+x}$$

che può scriversi, separando gli errori di rapporto da quelli angolari

$$\Sigma = \left[\frac{Y_1}{1+x} + \frac{x\,Y_2}{1+x}\right] + \left[\frac{Z_1\ tg\ (\varphi - 30)}{1+x} + \frac{x\ Z_2\ tg\ (\varphi + 30)}{1+x}\right]$$

Ora le espressioni

$$\frac{1}{1+x};\quad \frac{x}{1+x};\quad \frac{tg\ (\varphi - 30)}{1+x};\quad \frac{x\ tg\ (\varphi + 30)}{1+x}$$

sono funzione di una sola variabile, l'angolo φ di sfasamento, per cui per ogni valore di cos φ esse diventano dei coefficienti numerici facilmente ricavabili. A mezzo di tabelle detti coefficienti potrebbero essere immediatamente ricavati, semplificando così grandemente il calcolo dell'errore complessivo. Ma operando con procedimento grafico detto errore può ottenersi con semplicità e rapidità molto maggiori, riducendosi la sua determinazione a 2 sole letture e ad una somma.

Il grafico [1] riguarda l'errore complessivo angolare, il grafico [2] l'errore complessivo di rapporto.

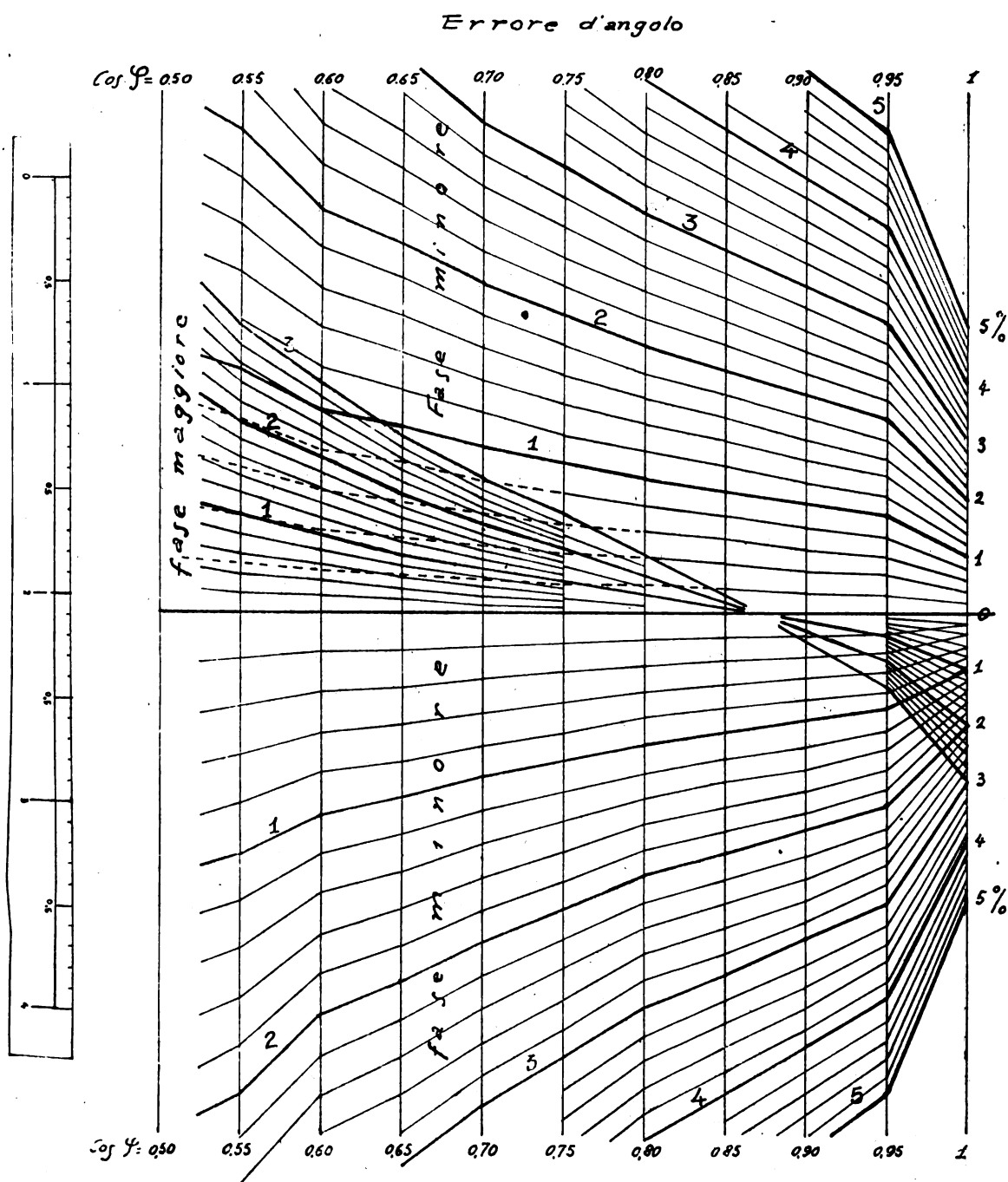



Grafico 1.

Consideriamo l'errore d'angolo. Sulle ascisse sono indicati i valori di cos φ da 0,5 a 1 di modo che ogni singola ordinata corrisponda ad un singolo cos φ.

Nella figura sono tracciate le ordinate per valori di cos φ di 5 in 5 centesimi.

Scelta una scala arbitraria, ad esempio, 5 cm. per ogni 1 % di errore, sono riportate sulle varie ordinate i prodotti

$$\frac{Z_1 \; tg \, (\varphi - 30)}{1 + x} \quad \text{e} \quad \frac{x \; Z_2 \; t \, (\varphi + 30)}{1 + x}$$

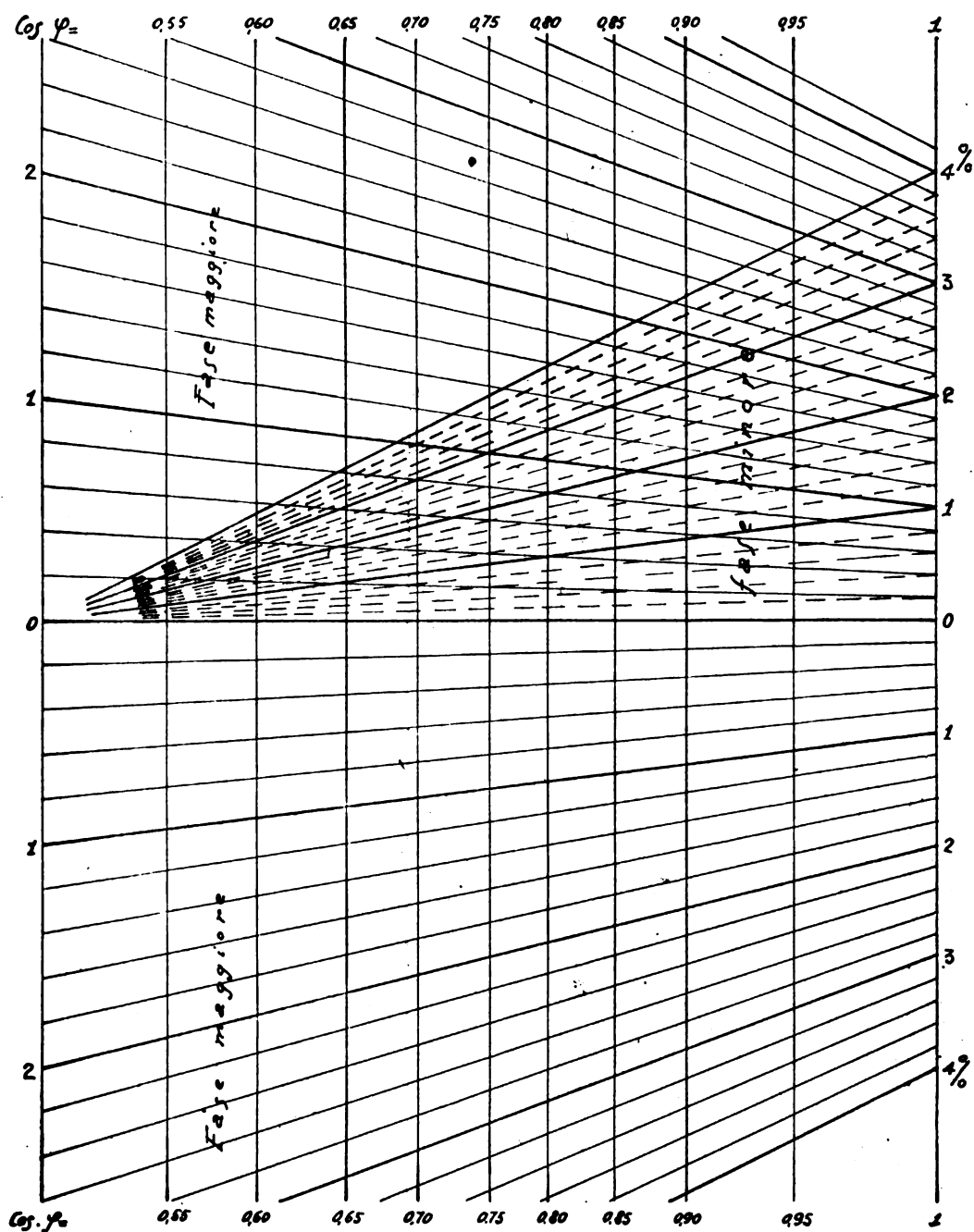



Grafico 2.

Per maggiore delucidazione fissiamoci sull'ascissa $\cos\varphi = 0{,}80$.

Per $\cos\varphi = 0{,}80$

$$\frac{tg\,(\varphi - 30)}{1 + x} = 0{,}08 \text{ e } \frac{x\ tg\,(\varphi + 30)}{1 + x} = 0{,}67$$

Se sulla ordinata corrispondente si riportano i valori di $0{,}67 \times (0{,}2 - 0{,}4 - 0{,}6 \ldots 1 - 2 - 3 \ldots)$ ciascuna singola ordinata rappresenta (nella scala assunta) l'errore complessivo angolare per la fase minore per i vari valori di $Z_2 = 100\ tg\ \theta_V + 100\ tg\ \theta_A$. Riunendo i punti corrispondenti ad eguali valori di Z_2 per i vari $\cos\varphi$ si ottengono i diagrammi del grafico 1. Eguale procedimento se segue per la fase maggiore.

Per la fase minore le curve sono state tracciate tanto per il campo delle ordinate positive quanto per quello delle ordinate negative. Per la fase maggiore invece furono tracciate per un solo campo, salvo l'inversione in corrispondenza del valore di $\cos\varphi$ corrispondente a 30°.

Ciò premesso l'impiego del grafico risulta immediato.

Sull'ordinata del $\cos\varphi$ si segnano i valori di Z_1 e Z_2 (da parti opposte dell'asse delle ascisse se Z_2 e Z_2 hanno lo stesso segno, dalla stessa parte se di segno contrario, in modo da eseguire graficamente la somma o la sottrazione) e con un regoletto, sul quale è segnata la scala prescelta, si legge la distanza fra i due punti. Tale lettura dà senz'altro l'errore complessivo angolare del gruppo in %.

Ad esempio sia

$$\cos\varphi = 0{,}70$$
$$Z_1 = +\,0{,}9 + 1 = +\,1{,}9$$
$$Z_2 = +\,2 - 0{,}5 = +\,1{,}5$$

la distanza $Z_1\ Z_2$ è 82 mm. che nella scala scelta di 5 cm. = 1 % corrisponde ad un errore di $\frac{8{,}2}{5}$ per cui

$$\Sigma = +\,1{,}62\,\%$$

A mezzo del regolo, graduato in scala, la lettura è immediata e la somma di Z_1 Z_2, o la loro differenza, automaticamente eseguita.

Il grafico [2] riguarda gli errori di rapporto. La costruzione è la medesima. Solamente qui i coefficienti moltiplicatori sono per le due fasi $\frac{1}{1 + x}$ e $\frac{x}{1 + x}$. Il procedimento di lettura e quindi la determinazione dell'errore complessivo di rapporto non varia. Un medesimo regoletto graduato (che può anche essere un pezzo di cartoncino) serve per i due grafici.

Determinati in tale modo, con due sole letture, gli errori d'angolo e di rapporto, la loro somma algebrica dà l'errore complessivo del gruppo.

Evidentemente tale procedimento di calcolo è teoricamente esatto solo per i sistemi simmetrici ed equilibrati, ma nella pratica corrente delle misure esso può normalmente essere impiegato, dato che i sistemi trifasi sono generalmente simmetrici e che lo squilibrio della corrente non è nella maggior parte dei casi troppo rilevante.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) La ripartizione delle correnti alternate nelle rotaie ferroviarie. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 ottobre 1930).

Le leggi che regolano la distribuzione delle correnti alternate nei conduttori di sezioni notevoli (il così detto « effetto pellicolare ») sono note teoricamente; ma non verificate con l'esperienza in tutti i casi tecnicamente importanti. Così, per esempio, non era noto ancora come le correnti alternate si distribuiscano nella sezione delle rotaie ferroviarie. Eppure, oltre che per le correnti di ritorno nelle linee elettrificate a corrente alternata, la conoscenza di tale distribuzione è utile anche agli effetti delle correnti adottate per le segnalazioni e per il blocco.

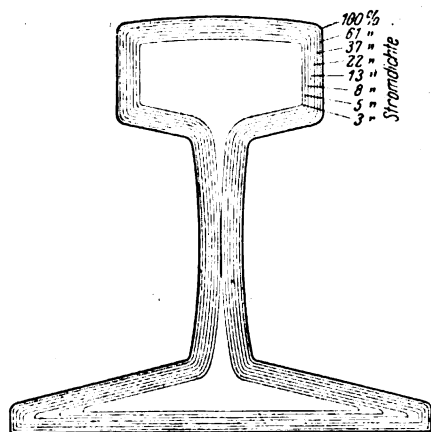



Fig. 1. – Effetto pellicolare della corrente nelle rotaie ferroviarie.

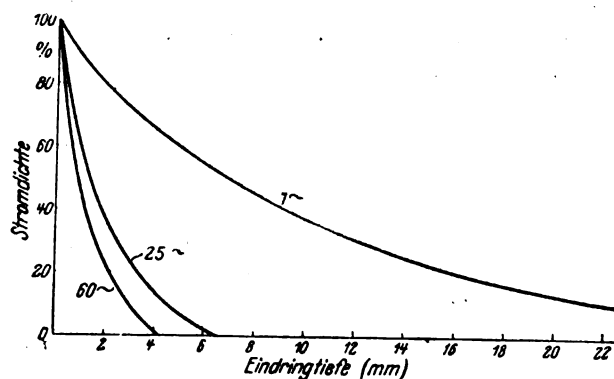



Fig. 2. – Effetto della frequenza sulla penetrazione della corrente alternata nelle rotaie.

E. A. Sperry ha dovuto studiare l'argomento perchè gli interessava misurare le cadute di tensione lungo un tratto di rotaia, allo scopo di applicare un apparecchio a corrente alternata per lo studio di difetti interni delle rotaie stesse. Diremo senz'altro che i risultati degli studi sconsigliarono l'adozione di un apparecchio a corrente alternata e che si è dovuto ritornare alla corrente continua, la quale, come è noto, si distribuisce uniformemente nella sezione di qualsiasi conduttore.

I risultati delle esperienze di Sperry conservano però la loro importanza; essi sono riassunti nelle figure.

La fig. 1 indica la proporzione in cui la corrente penetra negli strati di una rotaia normale, distanziati di un millimetro l'uno dall'altro, fino alla profondità di mm. 7. Come si vede, già a mm. 7 di profondità solo il 3 % della corrente che si distribuisce nella superficie della rotaia riesce a penetrare. Da notare che il materiale costituente la rotaia presentava un

$$\mu = 506{,}6 \frac{\text{Gauss}}{\text{Gilbert}},$$

e che la frequenza adoperata era di 25 periodi. Effettivamente la frequenza ha una influenza notevole nella distribuzione della corrente; ciò risulta dalla fig. 2, che riporta la percentuale di corrente, rispetto a quella che si trova in superficie, che riesce a penetrare in una rotaia, per frequenze di corrente di 1,25 e 60 periodi. Come si vede, mentre con 60 e 25 periodi la corrente non penetra più che alle profondità rispettivamente di 4,2 e 6,5 mm., per frequenza di 1 periodo la corrente ha, alla profondità di mm. 20, ancora il 13 % del valore in superficie.

In aggiunta a queste esperienze, se ne sono eseguite altre, allo scopo di studiare la penetrazione dei flussi magnetici negli strati interni di rotaie ferroviarie dello stesso tipo di quelle adoperate per gli studi precedenti. I risultati sono ancora più sfavorevoli che per la penetrazione della corrente. Già alla profondità di mm. 3 (vedi fig. 3) il flusso penetrato ha il valore di appena il 5 % di quello che si trova in superficie. Ciò ha sconsigliato anche l'adozione, in un primo tempo ventilata, di apparecchi che utilizzino la caduta di flusso magnetico (in luogo di corrente) per la ricerca dei difetti interni delle rotaie.

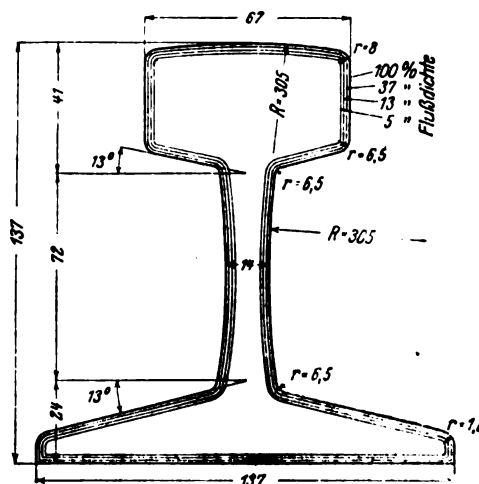
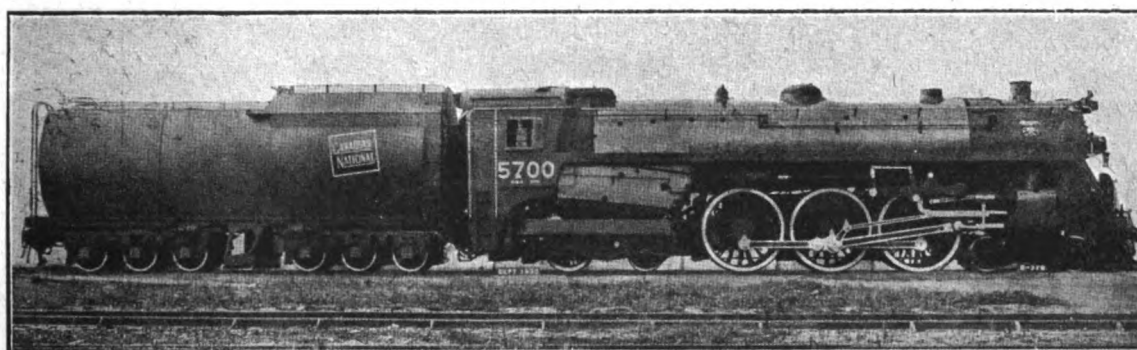



Fig. 3. – Effetto pellicolare del flusso magnetico nelle rotaie ferroviarie.

(B. S.) Nuove locomotive per treni diretti 4-6-4, con booster per le ferrovie nazionali canadesi. (*The Railway Gazette*, 12 dicembre 1930).

Le Ferrovie Nazionali Canadesi hanno fatto costruire recentemente cinque locomotive di nuovo tipo, notazione 4-6-4, destinate al servizio di treni diretti viaggiatori, e che si ritiene siano le più veloci e tra le più grandi di quelle in esercizio nel Canadà. La vista complessiva della locomotiva è data dalla figura.

Nuova locomotiva per treni diretti viaggiatori, di tipo 4-6-4, delle Ferrovie Nazionali Canadesi.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

Diametro dei cilindri	mm.	585
Corsa » »	»	710
Diametro delle ruote accoppiate	m.	2,032

Base rigida: assi accoppiati	m.	3,150
» » totale locomotiva	»	12,300
» » » » e tender	»	24,470
Pressione di lavoro	atmosfere	18,3
Superficie riscaldante totale	mq.	314 —
Area di griglia	»	6,83
Sforzo di trazione massimo: senza booster	Kg.	19.600
» » » » con »	»	24.200
Coefficiente di aderenza		4,36
Caldaia: lunghezza × larghezza	m.	3,20 × 2,20
Lunghezza dei tubi	m.	5,82
» della camera di combustione	»	0,79
» totale della locomotiva	»	28,20
Altezza massima » »	»	4,66
Larghezza » » »	»	3,35
Peso in assetto di marcia: locomotiva	tonn.	162
» » » » » tender	»	139
» » » » » totale	»	301
Capacità del tender: acqua	»	62
» » » carbone	»	20,300
Raggio minimo della curva in cui si può iscrivere la locomotiva	metri	97,4

Caratteristica importante della locomotiva è la presenza del booster nel carrello posteriore. Degna di nota è anche l'adozione dell'acciaio al silicio ad alta resistenza alla trazione per le lamiere della caldaia; e ciò allo scopo di risparmiare peso. In tutti i casi poi sono impiegati bulloni di acciaio. Notevole anche l'adozione di un grosso pezzo di fusione (secondo il sistema Commonwealth, già descritto nella nostra Rivista (1), comprendente i longheroni, i collegamenti trasversali di questi, la traversa frontale, il cavalletto posteriore, i cilindri e i due serbatoi d'aria. Tanto i cilindri che le valvole hanno le sedi in ghisa al nichelio. Nelle due ultime locomotive fornite sono stati adottati, per gli assi del carrello anteriore, cuscinetti a rulli.

I tender sono del tipo con carrelli a tre assi; in tre esemplari sono stati adottati per gli assi supporti Timken, mentre per gli altri due sono stati impiegati, come per le corrispondenti locomotive, cuscinetti a rulli.

(B. S.) Una locomotiva sperimentale 4-8-4 con tutti gli assi muniti di supporti a rulli.
(*Railway Age*, 24 maggio 1930, pag. 1225).

L'American Locomotive Company ha fornito recentemente alla Società Timken, specializzata nella fornitura di supporti a rulli, una locomotiva sperimentale, di notazione 4-8-4, i cui assi sono tutti muniti di supporti costruiti dalla detta Società. Tale locomotiva, adibita per ora a servizio promiscuo per treni merci e viaggiatori, ha prestato servizio dapprima sulle linee orientali della ferrovia New York Central; e attualmente circola sulle linee della Pennsylvania.

La locomotiva può lavorare sia alla pressione in caldaia di 17,6 atmosfere (sulle linee dove è ammesso un carico per asse superiore a 28 tonn.), che a quella di 16,5 atmosfere (sulle linee che permettono un carico per asse inferiore a 28 tonn.).

La doppia distribuzione di peso è ottenuta parzialmente mediante blocchi ugualizzatori i quali azionano i bilancieri tra gli assi motori e il carrello portante posteriore. Lo sforzo di

(1) «Una notevole fusione in acciaio per locomotiva», 15 settembre 1927, pag. 134.

trazione corrispondente alla pressione minore è di 27,2 tonn., che può giungere agli avviamenti, mediante il booster, a 32,6 tonn. Il fattore di aderenza è di 4,10. Con la pressione maggiore si hanno sforzi di trazione rispettivamente di 29 e di 34,6 tonn., con un fattore di aderenza di 4,14.

La costruzione della locomotiva in parola è il frutto della cooperazione, dietro l'iniziativa della Compagnia Timken, di ben 52 Ditte; le quali tutte hanno accettato, di comune accordo con la promotrice, il pagamento delle proprie prestazioni al termine dell'esperimento, che si presume durerà due anni. Scopo della costruzione è precisamente quello di dimostrare la possibilità di applicare i supporti a rulli a tutti gli assi delle locomotive a vapore. La velocità massima scelta fu di 137 Km.-ora, con possibilità di un incremento nei limiti generalmente ammessi per locomotive del genere.

Fig. 1. - Assi motori montati.

Veniamo ora all'esame dei vari supporti, cominciando da quelli delle *ruote motrici*.

Il principale vantaggio del tipo di supporto scèlto è quello di ottenere il contatto tra fuso e cuscinetto per tutti i 360° della superficie esterna del fuso; ciò che, come è noto, non è possibile ottenere con gli ordinari cuscinetti. Inoltre alla spinta del pistone resistono 180° di supporti; mentre con un supporto comune si ha appena la metà di resistenza. Finalmente è eliminata la possibilità di sollevamento dell'asse fuori del supporto. La fig. 1 indica gli assi motori montati, pronti per essere applicati alla locomotiva.

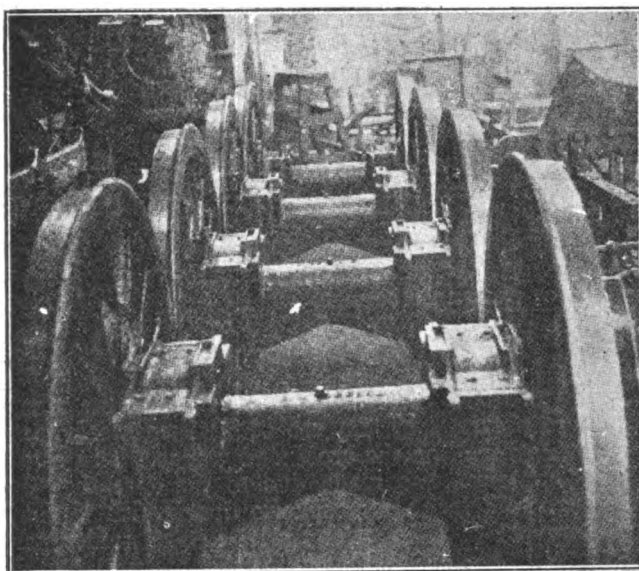
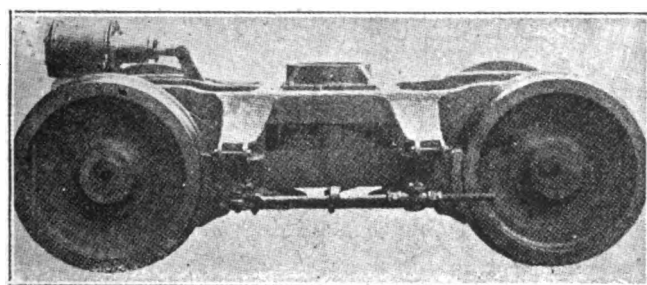



Fig. 2. - Il carrello anteriore della locomotiva.

La custodia dei supporti di ciascun asse si estende attraverso i lungaroni, e contiene un cuscinetto a rulli a ciascuna estremità.

I supporti del carrello anteriore della locomotiva sono compresi in una custodia unica che si estende al carrello (vedi fig. 2) con un cuscinetto ad ogni estremità di asse (vedi fig. 3) e resiste a quasiasi combinazione di sollecitazioni.

Sulla custodia dei supporti non vi sono piastre di ritegno, nè vi sono mozzi di ritegno sulle ruote. Questa caratteristica si trova anche nei cuscinetti delle ruote motrici. La costruzione del carrello permette l'adozione del tipo standard di ruote d'acciaio laminato, aventi mozzi simmetrici di limitate dimensioni, come sono usate generalmente per i tender.

I supporti del carrello portante posteriore sono del tipo normale Timken; cioè per ogni asse vi sono due cuscinetti separati.

Il *booster* è munito di supporti Timken sull'albero a gomiti e sull'ingranaggio più lento. I cuscinetti per gli assi del tender sono del nuovo tipo Timken, composto di quattro file di

rulli di media grandezza montate insieme nella custodia per formare un solo supporto. Questo supporto si adatta bene a piastre di guardia ordinarie; così che non occorrono modifiche nella costruzione dei telai, bilancieri, molle o freni.

Come si vede, dunque, in questa locomotiva sperimentale si è cercato di mantenere, per quanto è possibile, la costruzione normale in tutte le altre parti, anche in quelle interessate direttamente dai supporti, onde facilitare, nel caso di riuscita dell'esperimento, la modifica delle locomotive esistenti munite dei supporti di tipo comune.

Il vantaggio economico che si attende dall'adozione dei supporti a rulli è notevole, e dovuto principalmente alla diminuzione delle spese di riparazione; anzi si ritiene — secondo l'articolo che segnaliamo — che la permanenza delle locomotive in officina potrà essere limitata ai casi in cui

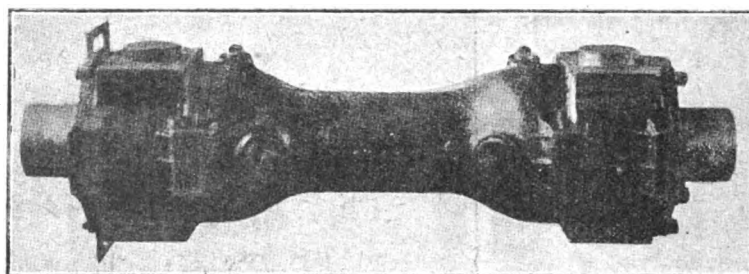



Fig. 3. – Insieme di un asse del carrello anteriore della locomotiva prima dell'applicazione delle ruote e delle guide del pernio.

è richiesta dalla necessità di riparazioni alla caldaia. Inoltre l'attrito dei rulli all'avviamento è appena il 5 % di quello dei supporti piani; da ciò si ricava che il 95 % del peso della locomotiva, cioè oltre 300 tonn., può essere aggiunto alla parte rimorchiata senza eccedere la resistenza ammessa all'avviamento dell'intero treno.

Queste considerazioni portano a concludere che il maggior carico all'avviamento ammissibile in un treno con locomotiva munita di supporti a rulli è di circa 406 tonn. Si calcola, in base a esperienze eseguite su supporti analoghi, che l'attrito di rotolamento degli assi principali, quando i carichi sono ingenti, si ridurrà di circa la metà; la riduzione dell'attrito negli altri assi, compresi quelli del tender, varia dal 5 al 15 %, essendo tale diminuzione minima alla velocità di circa 48 Km.-ora e maggiore alle velocità inferiori e superiori ad essa. Ciò è dovuto al fatto che la curva dell'attrito in relazione alla velocità per tali supporti è una retta dalla velocità zero alla massima; mentre la curva analoga per i supporti piani ha un minimo in corrispondenza della velocità di 48 Km.-ora, e quindi aumenta con la velocità a causa dell'inadeguata formazione, intorno al fuso, della pellicola di lubrificante quando la velocità aumenta.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. NESTORE GIOVENE, Direttore responsabile

[8652] « GRAFIA » S. A. I. Industrie Grafiche - ROMA, via Ennio Quirino Visconti, 13-A

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

MARZO 1931 - IX

I. — LIBRI.

LINGUA ITALIANA

1930 — 69 . 3 . 55 . 04

L. SANTARELLA. Il Cemento Armato. Vol. I. La Tecnica e la Statica (Terza edizione rifatta dell'opera: Il Cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali, Vol. I, parti 1ª e 2ª).

Milano. Hoepli (240 × 165), p. 478, fig. 281.

1930 — 624 . 15

L. SANTARELLA. La tecnica delle fondazioni, con particolare riguardo alla costruzione dei ponti e delle grandi strutture.

Milano. Hoepli (240 × 165). p. 336, fig. 333.

1930 — 551 . 244 (.45)

C. CREMA e P. SANTOVITO. Le frane di Lauria Superiore (Provincia di Potenza).

Roma, Annali dei Lavori Pubblici (265 × 195) p. 14, fig. 2, tav. 2.

1930 — 69 . 3 . 55 . 04

G. SASSI. Diagrammi per il calcolo diretto rapido rigoroso delle solette e travi in cemento armato.

Milano, Hoepli (345 × 255), dieci tavole.

LINGUA SPAGNUOLA

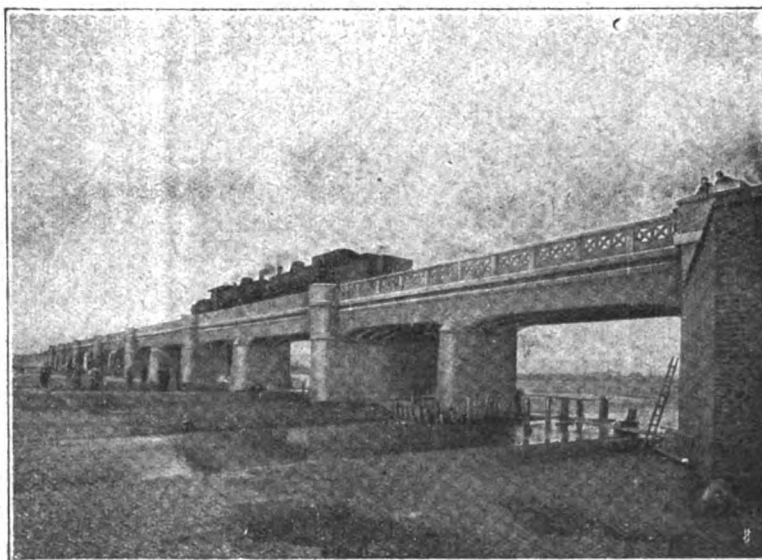
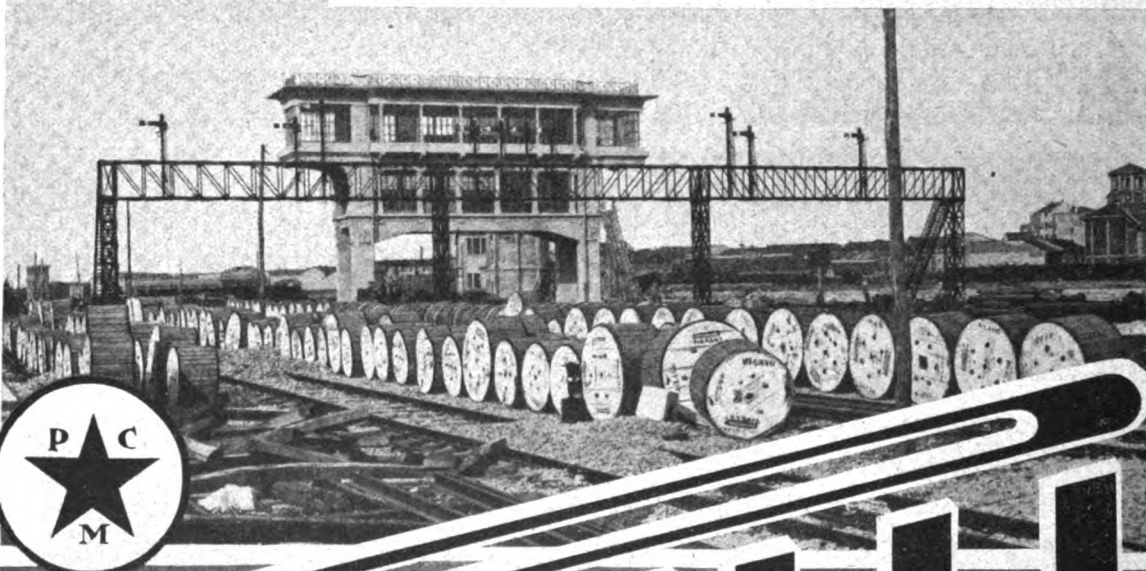
1930 — 624 . 2 . 093 : 624 . 042 . 5

D. MENDIZABAL. Influencias de las variaciones de temperatura en las deformaciones de los tramos metálicos.

Madrid, Revista de Obras Publicas (210 × 135), p. 29, fig. 17.

1930 — 624 . 042 . 8

D. MENDIZABAL. Nuevos estudios sobre el Impacto.

Madrid, Revista de Obras Publicas (315 × 215), p. 15, fig. 28.

WESTINGHOUSE
IMPIANTI DI SEGNALAMENTO
170.000 metri di cavi multipli
1140 leve di manovra in
7 cabine
NUOVA STAZIONE VIAGGIATORI DI MILANO
INTERNO CABINA A
P C M
PIRELLI
P C M

II. — PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1931 621 . 33 (.45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 1.

Ing. MARIO BATORI. Elettrificazione della linea Genova-Spezia, pag. 15, fig. 14, tav. 2.

1931 386

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 16.

Ing. F. VEZZANI. Concorrenza e coordinamento tra ferrovia ed automobile al VI Congresso Internazionale della Strada, pag. 22.

1931 385 . (061 . 1

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 39.

Le conclusioni del Congresso ferroviario di Madrid, pag. 3.

1931 313 . 385

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 44 (Informazioni).

Le ferrovie del mondo nel 1927.

1931 621 -- 232 . 171

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 45 (Libri e riviste).

Le calcolazioni delle teste di biella.

1931 656 . 073 . 436 : 661 . 9

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 45 (Libri e riviste).

Nuovo regolamento svizzero sulla verifica dei serbatoi per il trasporto dei gas compressi, liquefatti e disciolti.

1931 669 . 71

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 45 (Libri e riviste).

La costruzione di nuovi laboratori della Alluminium Co. di America.

1931 69 . 023 . 35

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 46 (Libri e riviste).

Cupola in cemento armato, sistema Zeiss-Dywidag, fig. 1.

1931 625 . 23

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 gennaio, pag. 46 (Libri e riviste).

L'aereazione di vetture viaggiatori, pag. 2 ½, fig. 2.

L'Elettrotecnica

1930 621 . 3 . 072

L'Elettrotecnica, 25 dicembre, p. 833.

A. ASTA. Reattanze in olio limitatrici di corrente, pag. 7, fig. 11.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1930 621 . 132 . 3 (.493)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2371.

F. LEGEIN. Locomotives « Mikado » type 5 de la Société Nationale des chemins de fer belges, pag. 15, fig. 5.

1930 621 . 131 . 3 (.438)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2387.

Prof. A. CZECZOTT. Exposé de la méthode d'essai des locomotives en usage sur les Chemins de fer de l'Etat polonais, pag. 30, fig. 22.

1930 624 . 2 (01

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2417.

R. VALLETTE. Calcul de la poutre continue sur béquilles encastrées au pied. Méthode pratique de calcul, pag. 5, fig. 6.

1930 621 . 132 . 3 (.42) e 621 . 132 . 8 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2422.

Locomotive à haute pression avec chaudière à tubes d'eau du « London & North Eastern Railway » pag. 5, fig. 4.

1930 621 . 134 . 3 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2427.

Locomotive du « London & North Eastern Railway » avec mécanisme de distribution Caprotti, pag. 3, fig. 3.

1930 625 . 245 (.42)

Bull. du Congrès de ch. de fer, dicembre, p. 2431.

Wagon plat surbaissé de très grande capacité du « London & North Eastern Railway », pag. 2, fig. 5.

1930 625 . 245 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2436.

Transport de grands transformateurs, pag. 1, fig. 1.

1930 625 . 234 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2438.

Chauffage de l'eau dans les wagons-lits: « London & North Eastern Railway », pag. 2, fig. 3.

1930 385 . (09 . 2

Bull. du Congrès des ch. de fer, dicembre, p. 2442.

Nécrologie: Max WEISS, pag. 1.

Le Génie Civil

1931 621 . 13 (064)

Le Génie Civil, 3 gennaio, p. 1.

H. MARTIN. Les locomotives à l'exposition de Liége, p. 8, fig. 18 (di cui 3 su tavola a parte).

1931 656 . 257

Le Génie Civil, 3 gennaio, p. 18.

C. CHOUQUET. Générateur électrique à main, pour la commande à distance des aiguilles et des signaux, p. 1, fig. 1.

Revue Générale de l'Electricité

1931 621 . 3 . 014

Revue Générale de l'Electricité, 3 gennaio, p. 13.

BRESSON. Phénomènes électrodynamiques dus aux courants intenses dans l'appareillage, p. 18, fig. 24.

1931 621 . 333

Revue Générale de l'Electricité, 17 gennaio, p. 105.

TÖFFLINGER. Le moteur de traction à courant continu en service sous tension ondulée, p. 7, fig. 7.

1931 621 . 317 . 37

Revue Générale de l'Electricité, 24 gennaio, p. 138.

La mesure des faibles facteurs de puissance dans le cas des tensions élevées, p. 3, fig. 2.

1931 621 . 333 . 4

Revue Générale de l'Electricité, 31 gennaio, p. 181.

J. REYVAL. Essais de récupération d'énergie électrique en traction avec moteurs à excitation compound, p. 2, fig. 3.

1931 621 . 315 . 056

Revue Générale de l'Electricité, 7 febbraio.

E. BATICLE. Les abaques cartésiens à alignement: leur application au calcul mécanique des lignes aériennes, p. 5, fig. 7.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift

1930 621 . 314 . 2 . 011

Elektrotechnische Zeitschrift, 27 novembre, p. 1637.

F. LANG. Die Berechnung der Verstärkertransformatoren, p. 5, fig. 9.

1930 621 . 33 (485)

Elektrotechnische Zeitschrift, 4 dicembre, p. 1688.

Die weitere Elektrisierung der schwedischen Staatsbahnen, p. 2, fig. 1.

1930 621 . 315 . 61

Elektrotechnische Zeitschrift, 18 e 25 dicembre; pp. 1745 e 1768.

F. SKAUPY. Isolatoren aus Kieselsäureglas (Quarzisolatoren), p. 7, fig. 24.

1931 621 . 3 (. 51)

Elektrotechnische Zeitschrift, 12 febbraio, p. 199.

G. DETTMAR. Die Elektrotechnik in China, p. 6, fig. 9.

Schweizerische Bauzeitung

1931 625 . 62

Schweizerische Bauzeitung, 10 gennaio, p. 11.

KOTSCHUBEY. Betriebsneuerungen auf dem Netze der Genfer Strassenbahn-Gesellschaft, p. 4, fig. 9.

1931 624 . 621

Schweizerische Bauzeitung: 10 gennaio, p. 17; 17 gennaio, p. 23.

MAILLART. Die Lorraine-Brücke über die Aare in Bern, p. 10, fig. 31.

1931 625 . 2

Schweizerische Bauzeitung, 21 febbraio, p. 88.

Neues Rollmaterial auf dem Bündnerischen Eisenbahnnetz, p. 3 ½, fig. 14.

LINGUA INGLESE

The Railway Engineer

1931 621 . 134

The Railway Engineer, febbraio, p. 49.

H. N. GRESLEY. High-pressure locomotives, p. 9, fig. 14, tav. 1.

1931 621 . 13

The Railway Engineer, febbraio, p. 65.

E. NAJORK e R. WICHTENDAHL. Economics of steam locomotive performance and maintenance, p. 6, fig. 14.

Mechanical Engineering

1930 621 . 165

Mechanical Engineering, novembre, p. 1010.

International rules and regulations for acceptance tests of steam turbines, p. 2.

1931 621 . 13 . (09

Mechanical Engineering, gennaio, p. 38.

Progress in railroad mechanical engineering, p. 3, fig. 2.

1931 669 . 1

Mechanical Engineering, gennaio, p. 48.

Progress in the iron and steel industry in 1930, p. 3.

1931 621 . 134

Mechanical Engineering, febbraio, p. 118.

C. E. HIRSHFELD. High-pressure and high-temperature steam for locomotives, p. 5, fig. 6.

Engineering

1931 621 . 831

Engineering: 9 e 23 gennaio: pp. 37 e 101.

W. A. TUPLIN. Torsional flexibility in gear drives, p. 4, fig. 8.

1931 69 . 022

Engineering, 9 gennaio, p. 45.

Developments in the use of reinforced brickwork, p. 1, fig. 3.

1931 621 . 165

Engineering, 16 gennaio, p. 65.

10.000 Kw. mercury-turbine plant, p. 3, fig. 14, di cui 5 su tavola a parte.

1931 625 . 2 . 012 . 25

Engineering, 16 gennaio, p. 76.

Self-oiling railway axle box, p. 1, fig. 2.

1931 621 . 313

Engineering, 30 gennaio, p. 129.

B. P. HAIGH. The dynamo-electric machine as a dynamometer, p. 3, fig. 12.

1931 621 . 134

Engineering, 30 gennaio, p. 153.

H. N. GRESLEY. High-pressure locomotives, p. 5, fig. 23, di cui 13 su tavole a parte.

1931 621 . 791 . 75

Engineering, 6 febbraio, p. 192.

F. R. FREEMAN. The strength of arc-welded joints.

Railway Age

1930 625 . 242

Railway Age, 27 dicembre, p. 1371.

Pennsylvania builds 65-ft gondola cars.

1931 621 . 133 . 3

Railway Age, 10 gennaio, p. 141.

Thermic syphons tested at the University of Illinois, p. 5, fig. 4.

1931 621 . 131

Railway Age, 17 gennaio, p. 182.

C. e O. runs road tests on 2-10-4 locomotives, p. 5, fig. 10.

1931 621 . 335

Railway Age, 24 gennaio, p. 238.

H. L. ANDREWS. The electric locomotive improves its capability, p. 4, fig. 4.

ANNO XX – VOL. XXXIX – N. 4. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 APRILE 1931 (Anno IX).

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 50-368

SOMMARIO

Annata XX. - Vol. XXXIX. 15 aprile 1931. (Anno IX) - N. 4

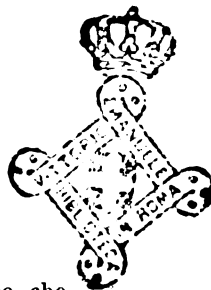
RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista" da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

I motori elettrici di trazione

Osservazioni alle norme proposte dal Comitato Misto di Trazione

Ing. G. BIANCHI

(Vedi Tavola VIII fuori testo)

Riassunto. — Vengono brevemente esposte alcune considerazioni di carattere pratico che hanno condotto ad adottare per il calcolo dei motori elettrici di trazione un valore di 40° per la temperatura ambiente convenzionale di riferimento e valori della sopraelevazione di temperatura inferiori a quelli fino ad ora proposti. Per la tensione di prova è stato adottato un valore quadruplo di quella di esercizio. Le prove di sopravelocità sono state fissate con criteri dettati da esperienze pratiche.

Le difficoltà di concretare Norme internazionali per l'ordinazione e il collaudo del materiale elettrico di trazione sembrano ancora tali che, dopo vari anni di lavoro della Commissione Elettrotecnica Internazionale, della Union des Chemins de Fer e della Union Internationale des Tramways, non essendo questi tre Enti arrivati a conclusioni concordi, è stato deciso di deferire a un Comitato Misto di Trazione, in cui sono rappresentati i tre Enti suddetti, lo studio di una serie di Norme comuni.

Questo Comitato, in cui anche la nostra Amministrazione è rappresentata, si è riunito una prima volta a Bruxelles nel maggio 1930 e ha compilato una prima bozza di Norme, nelle quali è evidente la buona volontà di conciliare le esigenze di servizio degli esercenti tramviari e delle ferrovie principali con le idee dei costruttori di materiale elettrico e quelle di alcuni teorici che si occupano dell'argomento.

Questa bozza di norme è ora in discussione in seno ai vari Comitati della I. E. C., della U. I. C. e della U. I. T. e non è inutile che venga esaminata anche dal punto di vista della esperienza e degli interessi particolari della nostra Amministrazione, che in materia ha tre titoli da far valere: di essere stata la prima in Europa a iniziare l'esercizio elettrico su linee principali e avere quindi una vecchia esperienza; di possedere ora un numero di locomotive elettriche superiore a quello di qualsiasi altra Amministrazione e in terzo luogo di essere l'unica a progettare essa stessa nei minimi particolari le proprie locomotive elettriche.

L'esame viene ristretto ai tre punti principali delle Norme:

I. I limiti di temperatura ammissibili;

II. I valori da adottare per le prove di rigidità dielettrica;

III. I valori da adottare per le prove di sopravelocità.

Gli altri argomenti di minore importanza, trattati dalle Norme, non saranno, per brevità, presi in esame.

I. Limiti di temperatura praticamente ammissibili.

A) Valore della temperatura ambiente.

Nella bozza di Norme del Comitato Misto di Trazione la temperatura convenzionale dell'aria ambiente è stata assunta di 25° C. mentre che in tutte le altre Norme per le macchine ordinarie predisposte da altri Comitati tale temperatura è supposta di 40° C.

L'adozione di una temperatura ambiente convenzionale più ridotta per le locomotive elettriche, che non per le macchine fisse, non può essere giustificata in nessun modo, almeno per il nostro Paese.

Durante l'estate, specialmente nelle regioni al Sud, la temperatura al sole, in cospetto del quale lavorano le locomotive elettriche, sorpassa notevolmente quella all'ombra all'interno dei fabbricati dove lavorano le macchine fisse.

Si sono potute constatare da noi temperature di 50 gradi al sole, mentre nell'interno di una sottostazione la temperatura era di 35°.

È ovvio che la scelta della temperatura ambiente convenzionale è un punto fondamentale. Il valore convenzionale non può d'altra parte fare astrazione dalle condizioni reali di temperatura della regione in cui i motori di trazione devono lavorare.

Per il nostro Paese la temperatura di 25 gradi proposta dalle Norme, durante l'estate rappresentando purtroppo un pio desiderio, per il calcolo dei nostri motori si è dovuto assumere una temperatura ambiente convenzionale di 40°, uguale del resto a quella adottata internazionalmente per le macchine fisse ordinarie.

La divergenza tra il valore della temperatura ambiente convenzionale proposta e il valore della temperatura che effettivamente si raggiunge da noi rappresenta il primo ostacolo per l'accettazione dei limiti di temperatura che le bozze di Norme del C. M. T. propongono di adottare.

Alcuni fanno notare come la scelta della temperatura ambiente di 25° anzichè di 40° non ha in sostanza una grande importanza pratica, poichè si tratta di una temperatura convenzionale, la quale non ha altro scopo che di permettere la prova dei motori di trazione in modo uniforme in tutti i paesi e che la scelta di un valore della temperatura ambiente convenzionale, piuttosto che di un altro, lascia la libertà a ciascuno di fissare la temperatura convenzionale e i sovrariscaldamenti da adottare in servizio pratico.

A questo ragionamento si può obiettare che, trattandosi di assumere una temperatura, sia pure convenzionale, uguale per tutti i paesi, è logico che tale temperatura conduca a valutare la potenza delle macchine elettriche in modo che questa possa essere sviluppata ovunque con sicurezza. E a ciò non si può giungere che adottando la più alta temperatura che si verifica nei paesi che accettano le norme. In modo analogo, quando si è voluto stabilire una sagoma internazionale per la circolazione del materiale mobile ferroviario, questa è stata scelta, non tra le sagome più grandi, ma come inviluppo minimo tra tutte quelle esistenti.

Poichè la natura non ha assicurato a tutti i Paesi che hanno in servizio locomotive elettriche l'invidiabile temperatura estiva di 25°, che invece il C. M. T. propone di adottare come temperatura convenzionale internazionale, ne verrebbe la necessità per quei Paesi meno fortunati, ove d'estate il termometro sale a oltre 25 per spingersi a 40 e più, di limitare la potenza pratica in servizio delle locomotive a valori inferiori alla potenza nominale che in base alle Norme è scritta nella targhetta del motore. E così si arriverebbe a un risultato opposto a quello che le Norme si sforzano raggiungere, che è di definire la potenza in modo unico e indipendente dal Paese e dal clima, dove la locomotiva dovrà lavorare.

Con la scelta di una temperatura convenzionale dell'ambiente troppo bassa, in tutti

i Paesi a clima caldo sarebbe infatti necessario definire, oltre che la potenza nominale, anche un valore inferiore della potenza pratica sviluppabile in servizio corrente. In questo caso tra le due definizioni di potenza è logico che la seconda sarebbe la preferita.

Se invece si adotterà, per valutare la potenza nominale dei motori di trazione, come valore della temperatura convenzionale dell'ambiente quello di 40° e come valori di riscaldamento quelli ammessi e accettati da tutti i Paesi per le macchine fisse ordinarie, sarà possibile anche per i motori di trazione e in tutti i Paesi far coincidere la potenza pratica in servizio con quella nominale.

Per i Paesi aventi un clima più fresco si presenterebbe in questo caso la possibilità di adottare per il servizio pratico una potenza superiore a quella nominale.

Ma tra le due prospettive che la potenza nominale segnata sulla targa debba essere diminuita in pratica ovvero possa subire in qualche caso un aumento, questa seconda eventualità ci pare senz'altro preferibile.

Riportiamo alla tavola VIII le temperature estive *all'ombra e verso Nord* avutesi negli ultimi anni a Firenze. Da questi dati di fatto risulta più che giustificata l'adozione di una temperatura ambiente convenzionale di 40° per il nostro Paese (1).

B) Limiti di riscaldamento nei motori di trazione.

I limiti di temperatura ammissibili al banco di prova, rispetto alla temperatura ambiente (supposta di 25), proposti nella bozza di Norme del Comitato Misto, sono riprodotti nella tabella che segue:

TABELLA I.

REGIME	Organi	Isolanti	Metodi di misura della temperatura	Sopraelevazione di temperatura
Continuo	Avvolgimento di armatura e campo.	Classe A	Resistenza	85
			Termometro	65
		Classe B	Resistenza	105
			Termometro	85
	Collettore.	Classe A e B	Termometro	85
Uniorario	Avvolgimenti di armatura e di campo.	Classe A	Resistenza	100
			Termometro	75
		Classe B	Resistenza	120
			Termometro	95
	Collettore.	Classe A e B	Termometro	90
Continuo e uniorario	Supporti.	—	Termometro	55

In relazione a questa, viene anche data una tabella dei limiti di temperatura che non devono essere sorpassati in servizio, qui di seguito riportata.

TABELLA II.

ORGANI	Isolanti	Metodo di misura delle temperature	In servizio normale	Valore massimo di punta
Avvolgimenti di armatura e di campo	Classe A	Resistenza	110	125
		Termometro	90	100
	Classe B	Resistenza	130	145
		Termometro	110	120
Collettore.	Classe A e B	Termometro	110	115

(1) Questi dati ci furono gentilmente favoriti da Padre Alfani.

I valori della tabella II sono dedotti da quelli della tabella I aggiungendo 25° (temperatura ambiente convenzionale proposta).

Diamo anche qui di seguito i limiti di temperatura ammessi invece per le macchine fisse adottate dal Comitato Elettrotecnico Internazionale e nelle Norme di vari Comitati Elettrotecnici Nazionali. La temperatura ambiente convenzionale è supposta in questo caso di 40°.

TABELLA III.

AVVOLGIMENTI	Isolanti della classe A				Isolanti della classe B			
	Termometro	Resistenza	Indicatori interni di temperatura: Tra bobine di una cava	Indicatori interni di temperatura: Tra esterno di bobina e fondo cava	Termometro	Resistenza	Indicatori interni di temperatura: Tra bobine di una cava	Indicatori interni di temperatura: Tra esterno di bobina e fondo cava
1. *a*) Avvolgimenti a corrente alternata di turbo alternatori di potenza di 5000 Kw e più. *b*) Avvolgimenti a corrente alternata di macchine a poli salienti e di macchine a induzione della potenza di 5000 Kw o più o aventi una lunghezza assiale del nucleo di un metro e più. *Nota.* È ammesso che i Paesi desiderosi di impiegare il metodo degli indicatori interni di temperatura per macchine di minore potenza possano farlo. In questo caso si applicheranno i limiti di temperatura dati all'articolo 1.	—	—	60	50	—	—	80	65
2. Avvolgimenti a corrente alternata di tutte le turbo macchine più piccole di quelle di cui all'articolo 1 (*a*).	50	—	—	—	65	—	—	—
3. Avvolgimento a corrente alternata di macchine più piccole di quelle dell'articolo 1 (*b*) e diverse da quelle dell'articolo 2.	50	60	—	—	65	80	—	—
4. Avvolgimenti di eccitazione delle turbo macchine con eccitazione a corrente continua.	—	—	—	—	—	90	—	—
5. Avvolgimenti di eccitazione delle macchine a corrente alternata e a corrente continua con eccitazioni a corrente continua diverse da quelle degli articoli 4 e 6.	50	60	—	—	65	80	—	—
6. Avvolgimenti di eccitazione di piccola resistenza in una o più cave e avvolgimenti di compensazione.	60	60	—	—	80	80	—	—
7. Avvolgimenti di indotto di macchine collegate a collettori.	50	60	—	—	65	80	—	—
8. Avvolgimenti isolati chiusi su se stessi.	60	—	—	—	80	—	—	—
9. Avvolgimenti non isolati chiusi continuamente su se stessi. 10. Nuclei di ferro ed altre parti non in contatto con gli avvolgimenti.	Le temperature di queste parti non dovranno in nessun caso raggiungere valori tali che vi sia rischio di deterioramento per le materie isolanti o no che risultano vicine.							
11. Nuclei di ferro ed altre parti in contatto con gli avvolgimenti.	Limiti di temperatura misurati con termometro eguali a quelli degli avvolgimenti adiacenti di cui ai numeri 1, 4, 5 e 8.							
12. Collettori e spazzole protette o no.	50	—	—	—	—	—	—	—

C) Vogliamo ora mostrare come le tabelle proposte per i motori di trazione e sopra riportate non siano accettabili per ragioni di indole generale e per ragioni pratiche che vengono dalla esperienza di 30 anni di esercizio delle locomotive elettriche.

Ragioni generali.

a) Gli isolanti della classe *A* e *B* impiegati nella costruzione dei motori di trazione sono precisamente gli stessi impiegati nella costruzione delle macchine ordinarie (1).

Le considerazioni che hanno condotto a non sorpassare nelle macchine ordinarie i limiti di temperatura della tabella III allo scopo di non danneggiare l'isolamento sono completamente applicabili ai motori di trazione.

Nessuno è in grado di dimostrare che vi è convenienza per i grossi motori di trazione a spingere il carico e la temperatura in modo da abbreviare in conseguenza la vita dell'isolamento.

Per grossi motori di trazione il costo per rifare l'isolamento e gli avvolgimenti raggiunge il 20-25 % del costo del motore nuovo. Se si mettono in conto il costo dei motori di scorta che bisogna comperare in più e gli interessi passivi di una locomotiva ferma si arriva a concludere che si deve cercare con ogni mezzo che la durata delle isolazioni dei motori sia la massima possibile, anche se ciò importa un maggiore costo iniziale.

Nella riunione di Madrid del Congrès International des Chemis de fer è stata del resto riconosciuta da tutti la necessità di interessare i costruttori ***ad aumentare la durata dell'isolamento*** dei motori di trazione. Tra le cause che abbreviano la vita degli isolanti, la temperatura a cui sono soggetti giuoca un ruolo di primordine (2).

b) Non è vero, in tesi generale, che, spingendosi con la temperatura raggiunta nei motori di trazione a limiti più elevati, si possa aumentare il lavoro e la utilizzazione di una locomotiva.

La fig. 2 nella tav. VIII dà, ad esempio, le curve di riscaldamento e raffreddamento di un motore di trazione dei locomotori trifasi tipo E 551 con isolamento classe *B* (3) (3400 volts-1000 Kw) supposto di spingere la temperatura fino al massimo proposto nella bozza di Norme del C. M. T. (classe *B*: 130° per resistenza, curva a_3) mentre le curve a_1 e a_2 rappresentano invece valori di temperatura riscontrati in servizio corrente. A partire dalle tre temperature massime sono state tracciate le curve di raffreddamento del motore con ventilatore in funzione (b_1 b_2 b_3) e senza ventilatore, cioè col raffreddamento naturale (c_1 c_2 c_3).

È da notare che in pratica accada più facilmente che il macchinista anche prima di abbandonare il servizio arresti il ventilatore. In quest'ultimo caso si vede che, se la temperatura del motore è stata spinta a 130° ammessi dalle regole proposte dal C. M. T., occorre attendere un'ora e mezza prima che il motore, raffreddandosi naturalmente, raggiunga le stesse temperature che si hanno nel raffreddamento a partire da 80°.

Nel primo caso o si dovrebbe prolungare l'assistenza al locomotore da parte del personale, per garantire che con la ventilazione in funzione si riesca ad abbassare rapida-

(1) Isolanti della classe *A*: cotone, seta, carta e materie organiche simili impregnate e filo smaltato. Classe *B*: composti di mica, d'amianto e di tutta altra materia inorganica analoga contenente una materia agglomerante.

(2) Vedasi più avanti il diagramma temperatura-durata degli isolanti fibrosi.

(3) Questa classe di isolamenti verrà tra breve adottata anche per i motori tipo E 551 in luogo della classe *A* ancora impiegata.

mente la temperatura fino al limite che permette di non oltrepassare in un successivo ciclo di lavoro la temperatura finale di 130°, ovvero prolungare il periodo di sosta della locomotiva di tanto che, anche con il raffreddamento lento naturale dei motori, si raggiunga una temperatura che permetta la ripresa del lavoro. Entrambe queste prospettive sono in pratica malamente accettabili.

c) Per essere accettabili i limiti di temperatura esposti nelle tabelle I e II dovrebbero essere accompagnati da una garanzia da parte del costruttore relativa alla durata delle isolazioni così cimentate. Così solo l'acquirente sarebbe in grado di sapere se con i limiti di temperatura proposti gli isolanti dureranno solo per qualche anno (o qualche mese) ovvero scaduto il periodo di garanzia, generalmente breve, sarà necessario riparare gli isolamenti.

A questo riguardo troviamo un sostegno nel diagramma della figura 3 (1), Tav. VIII, che rappresenta la durata di isolanti in fibre tessili (classe *A*), cotone e simili, in funzione della temperatura.

Arrivando ad esempio alla temperatura di 110° ammessa in servizio normale per i motori isolati con la classe *A* e di cui la tabella II proposta dal C. M. T., si arriverebbe a una durata degli isolanti di poco più di tre anni!

Se si arriva invece ai valori massimi di punta di 125° (le Norme non dicono quante volte vi si può arrivare) il diagramma direbbe che il motore ha una vita di 7 o 8 mesi!

Constatazioni pratiche.

d) Se ci volgiamo indietro a riassumere la nostra esperienza trentennale in fatto di motori di trazione ferroviaria, possiamo mettere in evidenza questi risultati:

1) I motori isolati con isolanti della classe *A*, pur raggiungendo in servizio da noi limiti di temperatura notevolmente inferiori a quelli proposti nelle Norme del C. M. T., hanno presentato un numero così grande di guasti agli isolamenti dovuti a rapido deterioramento per azione della temperatura, da mettere al bivio, se decidere di ridurre la prestazione delle locomotive, e quindi le temperature raggiunte in servizio, ovvero sostituire gli isolanti classe *A* con altri classe *B*. Questo secondo provvedimento è ora in corso di esecuzione ed è stato adottato fin dall'origine per i motori di locomotive trifasi più recentemente costruite gruppo E 554 ed E 432, e per quelle a corrente continua a 3000 Volts E 326 ed E 626.

L'esperienza su 1000 motori di potenza tra 800 e 1000 Kw. isolati con isolamenti classe *A* indica come siano assolutamente incompatibili con una buona durata e quindi inaccettabili i limiti di temperatura proposti nella tabella del C. M. T.

Basta dire che certi motori sono stati riparati persino in ragione del 108 % in tre anni per guasti all'isolamento! Un simile risultato, se fosse generalizzato, farebbe chiudere l'esercizio delle linee elettrificate.

2) La nostra esperienza su motori isolati in classe *B* non è ancora così lunga da portarci a conclusioni categoriche come per la classe *A*. Possiamo dire solo che da oltre trenta anni sono in servizio motori a corrente continua a 650 volts della potenza di 100 Kw di tipo chiuso, isolati in mica, che hanno dato luogo ad un numero di inconvenienti assai limitato all'isolamento. Aggiungiamo che le temperature raggiunte in questi mo-

(1) Vedasi Prof. BARBAGELATA: « Macchine elettriche, Costruzione funzionamento e prove », Libreria Editrice Politecnica, 1922.

tori sono notevolmente basse. Si può quindi concludere che le due circostanze, classe *B* per l'isolamento e bassa temperatura, conducono ad una lunga durata degli isolamenti.

e) Si ripete in generale che è necessario elevare la temperatura ammessa nei motori di trazione per ottenere dimensioni e peso accettabili nei motori stessi. Qualche volta si dice anche che è questione di prezzo.

Nei casi che ci interessano dei motori trifasi a 16 o 45 periodi di circa 1000 Kw di potenza e in quello di motori a corrente continua di potenza superiore a 100 Kw, la nostra esperienza ci ha portato a concludere che, adottando le sopraelevazioni di temperatura usate per le macchine fisse, anzichè quelle più elevate proposte, gli aumenti di peso e di ingombro sono insignificanti.

Per limitarci ad un esempio che tutti hanno sott'occhio, riportiamo qui di seguito i dati ottenuti dalla prova di carico del motore tipo F. S. 22 $\frac{3000}{2}$ volts 300 Kw (isolamento classe B) nonchè quelli di peso che possono essere paragonati con quelli di motori consimili.

Dati relativi al motore F. S. 22 $\frac{3000}{2}$ volts.

Potenza oraria	300 Kw.
Sopraelevazione di temperatura alla potenza oraria nella armatura (resistenza)	77°
nei poli principali (resistenza)	40°
nei poli ausiliari	43°
nel collettore	55°
Numero giri	750
Peso del motore senza pignone	3650

f) Alcuni, pur convenendo che nell'ambito della potenza e del tipo di motori che interessa le nostre ferrovie (corrente continua e trifase), è possibile in realtà adottare limiti di temperatura più bassi e sicuri di quelli proposti nella bozza di Norme del C. T. M., senza aggravio suscettibile, mettono in evidenza tuttavia le difficoltà che si oppongono all'adozione degli stessi criteri per motori di trazione di piccola potenza, ad esempio tramviari e per motori monofasi anche di grande potenza, per le quali categorie ragioni di ingombro, peso e anche prezzo sembra rendano inevitabile di spingere la temperatura.

Per facilità di ragionamento si possono senz'altro ammettere come realmente esistenti e ineluttabili le ragioni che portano a dover adottare temperature più alte per i motori tramviari e per quelli monofasi.

Ma questa necessità, se può essere riconosciuta per una o più classi di motori, non può essere presa come argomento per ammettere che tutte le altre classi di motori debbano obbedire alla stessa necessità.

È evidente che la difficoltà può essere facilmente superata nello stesso modo con cui nella tabella III si è riuscito a comprendere i vari casi riferentisi ai vari tipi ed alle varie potenze delle differenti macchine elettriche. Basterà dividere i motori di trazione in monofasi, trifasi e a corrente continua e per ciascun limite di potenza al di sopra del quale il motore interessa le applicazioni della grande trazione e al di sotto la trazione per linee secondarie e tramviarie mettere i limiti di temperatura in pratica dimostratisi accettabili per i singoli casi.

La pretesa che questi limiti debbano essere eguali per tutti i tipi e potenze di motori è assurda e tale da fare scartare a priori la possibilità che Norme che si propongono que-

sto scopo possano essere riconosciute e adottate da chi vede la necessità di diminuire per le ferrovie elettrificate le spese di riparazione della parte elettrica ancora troppo elevate.

Conclusioni riguardanti la temperatura.

Le nostre conclusioni riguardo alla temperatura ambiente, ai limiti di temperatura per la valutazione della potenza e infine alle temperature massime da non sorpassare in servizio, sono qui riassunte.

Valore della temperatura ambiente convenzionale: 40°.

Aumento di temperatura ammesso rispetto al valore reale della temperatura ambiente per valutare la potenza nominale dei motori:

REGIME	Organi	Isolanti	Metodo di misura	Sopraelevazione di temperatura
Continuo e uniorario	Avvolgimento di armatura e di campo.	Classe A	Resistenza	70
			Termometro	50
		Classe B	Resistenza	90
			Termometro	70
	Collettori	Classe A e B	Termometro	70
	Supporti	—	Termometro	40

Si noti che i valori degli aumenti di temperatura ammessi sono di 5 a 10 gradi superiori a quelli previsti per le macchine fisse e che quindi si è già fatta una concessione sui ragionamenti che precedono per quanto riguarda le prove al banco e ciò al solo scopo di facilitare gli accordi internazionali.

Le temperature *massime*, che si consiglia invece di non oltrepassare in nessun caso in servizio pratico corrente, sono date dalla seguente tabella.

ORGANI	Isolanti	Metodo di misura	Temperatura massima assoluta in servizio corrente
Avvolgimenti di armatura e di campo . .	Classe A	Resistenza	100
		Termometro	90
	Classe B	Resistenza	120
		Termometro	105
Collettori	Classe A e B	Termometro	110
Supporti	—	Termometro	90

Queste temperature massime sono eguali a quelle ammesse per le macchine fisse.

II — PROVE DI RIGIDITÀ DIELETTRICA.

La tensione di prova proposta di $2\,E + 1500$ volts, E essendo la tensione nominale, porta a provare i motori a una tensione superiore a 4 E per motori fin a 750 volts, mentre che per motori a 3000 volts la tensione di prova è di solo 2,5 volte quella di esercizio.

L'esperienza su installazioni a corrente continua ad una tensione di 1500 a 3000 volts ha dimostrato che si hanno sovratensioni nella linea di contatto dell'ordine di 2 E (1). Negli impianti dove si effettua il ricupero possono aversi, per brevi istanti, tensioni anche superiori a 2 E. Questo si verifica ad esempio con certi schemi di ricupero che impiegano una resistenza di stabilizzazione nell'istante in cui si aprono gli interruttori di linea per sovraccarico, specialmente nella combinazione serie dei motori. In questa condizione è facile dimostrare che la tensione di apertura può arrivare a valori prossimi a $n\,e$, n essendo il numero dei motori in serie ed e la tensione normale di un motore. Nel caso di 6 motori in serie a 1500 volts si può arrivare a tensioni prossime a 9000 volts.

Per questa ragione la nostra Amministrazione è stata la prima ad adottare nei propri Capitolati una tensione di prova 4 E, seguita recentemente da altre Amministrazioni nello stesso criterio.

Si è voluto da alcuni affermare che tale tensione può cimentare inutilmente o pericolosamente gli isolanti. Questo può essere vero se il motore non è costruito con la necessaria larghezza, per quanto riguarda l'isolamento. Le zone dell'indotto dei nostri motori a 3000 volts e le cappe di mica dei collettori (2) presentano una tensione di scarica perforante intorno a 60.000 volts. La prova a 12.000 volts prescritta per il motore completo e quella a 15.000 prescritta per le singole parti dell'avvolgimento sono molto lontane da quelle che determinano la perforazione degli isolanti e possono essere adottate con tutta tranquillità.

A titolo di studio si è voluto spingere la tensione di prova in qualche motore a 18.000 volts senza che si siano avuti inconvenienti nè alla prova nè successivamente in esercizio.

In conclusione la prova di tensione conviene sia eseguita seguendo tra le formule 2 E + 1500, o 4 E, quella che dà il risultato più alto.

III — Prove di sopravelocità.

Il verificarsi di deformazioni e della fuoruscita degli avvolgimenti delle cave dell'indotto di vari motori di trazione ha determinato da noi e presso altre Amministrazioni la effettuazione di una serie di esperimenti per conoscere quali velocità si raggiungano in caso di slittamento delle sale motrici, specialmente quando i motori sono permanentemente accoppiati a due a due in serie e le rispettive ruote non sono collegate da bielle.

Le nostre esperienze effettuate su una locomotiva a 3000 volts avente lo schema $B_0 + B_0 + B_0$ hanno condotto ad accertare velocità di slittamento doppie della velocità corrispondente al regime uniorario. Presso altre Amministrazioni si è arrivati a constatare in simili circostanze velocità anche maggiori.

Per queste ragioni si è trovata la necessità di provare i motori di trazione ad una velocità corrispondente ad una tensione superiore del 60 % a quella nominale del motore e una intensità di corrente eguale a 0,6 volts corrispondente al regime uniorario e di non fissare alcun limite alla velocità raggiunta in queste condizioni in corrispondenza della quale non si devono verificare deformazioni o sollecitazioni eccessive.

---

(1) Vedere rapporto al Congresso Internazionale ferroviario di Madrid 1930 di Mr. Asakura e Imaidzumi.

(2) Ci riserviamo in altra occasione di dare notizia dei criteri seguiti nella costruzione dei motori a corrente continua a $\frac{3000}{2}$ volts.

La recente riforma nella Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni

Ing. dott. GIACOMO FORTE

(*Continuazione e fine*)

Riassunto. — Vedi *Rivista Tecnica*, N. 2, Febbraio 1931, pag. 49.

Insieme al problema dei locali e dei mezzi di lavoro sorgeva infatti anche quello del personale.

Da tempo ne veniva segnalata la deficienza, che era stata poi pienamente riconosciuta nel 1927 dalla stessa Commissione d'investigazione, a cui si è già fatto cenno precedentemente. La situazione anzi fu dichiarata aggravata nel 1928 dall'allora dirigente, che da 122 agenti indicati come dotazione necessaria nel 1927, ne elevava la richiesta a 157, mentre l'esistente dotazione era salita nel frattempo solo a 102.

La questione è stata perciò ripresa in esame dalla nuova dirigenza non solo dal semplice punto di vista dei maggiori bisogni da soddisfare, ma anche da quello della utilizzazione del personale assegnato.

Di più la soluzione cercata, oltrechè attendere ad integrare il personale dei singoli laboratori secondo le riconosciute esigenze per eliminare la lamentata lentezza con la quale le analisi venivano effettuate e la necessità di ricorrere a laboratori estranei o di abbandonare il necessario controllo sperimentale, nonchè disimpegnare il V. Direttore dalla dirigenza di due dei cinque Riparti istituiti, doveva anche soddisfare, secondo le nuove vedute prima non previste, alle seguenti altre finalità:

1 – dar vita con appositi operai e rispettivo C. Tecnico all'officinetta impiantata presso i Servizi Generali;

2 – curare con personale proprio e continuativamente la pulizia e buona tenuta delle aree, dei nuovi locali e dei giardini;

3 – far fronte con personale d'ufficio ai nuovi cómpiti tecnici ed amministrativi istituiti, di cui si parlerà più oltre;

4 – dare funzionari dirigenti ai servizi tecnici ed a quelli amministrativi;

5 – creare un regolare servizio di portineria nel nuovo ed unico ingresso stabilito.

Ma — come si è detto — il fabbisogno di nuovo personale doveva derivare anche dalla diversa organizzazione e migliore utilizzazione, dei singoli elementi, per quanto dichiarati in genere oberati di lavoro e difficilmente più sfruttabili.

E tale utilizzazione, che gradualmente ma continuamente si è inteso di migliorare, ha richiesto infatti finora cure non lievi. È da accennarsi a tal riguardo che dei 102 agenti

dipendenti esistenti al principio del biennio 1929-1930 preso in esame, a parte altri 5 assenti e perduti poco dopo per motivi diversi, ben 40 si sono spostati e cambiati di mansioni, per una migliore utilizzazione, ovvero trasferiti altrove e sostituiti nel frattempo.

Segnalate le deficienze, si è potuto poi ottenere che la consistenza complessiva di agenti aumentasse nel biennio stesso dalla cifra di 107 già indicata all'altra di 132, compresi in questa 3 soprannumerari nelle rispettive categorie di mansioni.

Il numero di soli operatori di laboratorio è passato da 42 a 50 di cui 1 soprannumerario.

Può però affermarsi che tali cifre, benchè alquanto inferiori alle rispettive ritenute necessarie nel 1928 e malgrado i nuovi cómpiti non previsti allora, possono ritenersi solo di poco inferiori a quelle che — in relazione anche alle restrizioni generali attualmente imposte — potrebbero stabilirsi per un completo e definitivo riassetto del personale.

Del resto pochi agenti in meno non possono alterare sensibilmente quel regolare andamento, che si è infatti raggiunto, e che si vuol garantire e conservare nell'impianto in esame.

* * *

Contemporaneamente all'aumento di locali, di mezzi di lavoro e di personale si è attuato a gradi successivi tutto un programma direttivo di ordine interno, di cui è utile tener parola.

In effetti tale programma avrebbe dovuto precedere l'ampliamento; ma il desiderio e la necessità di far presto non hanno permesso di seguire del tutto un siffatto ordine logico di atti.

Nè il programma era, nè poteva essere fin da principio studiato e definito in ogni suo particolare, avendo dovuto invece perfezionarsi progressivamente nella forma e nel contenuto secondo la precedenza data dalla urgenza e dalle possibilità successive, ed in ragione della realtà stessa di mano in mano conseguita e riconosciuta.

Si dichiara del resto subito, che tale programma non riguarda affatto modifiche sostanziali nella composizione della Sezione, formata di 16 laboratori, raggruppati in cinque Riparti, nè in genere nella materia trattata da ciascun laboratorio e nei relativi metodi tecnici e speciali di lavoro, ben comprendendosi come si debba andar guardinghi in siffatto esame, nè essendo tutto ciò consigliato da alcuna impellente necessità o rilievo, ed anzi rilevandosi dalla pratica diuturna pienamente corrispondente alle esigenze dell'Amministrazione ferroviaria distinta nei suoi diversi Servizi, quattro dei quali si servono continuativamente della Sezione stessa dell'Istituto per le loro esigenze correnti. La riforma attuale non è perciò da confondersi con una riorganizzazione costituzionale di quadri, ma è da considerarsi come un riordino generale della funzione direttiva ed un riassetto nello sviluppo normale dei singoli laboratori.

Il programma era infatti inteso:

a) a perfezionare l'organismo esistente nel suo funzionamento generale;

b) ad istituire un controllo sull'andamento dei lavori;

c) a dare la direzione ed il limite nella attività dei laboratori.

Il primo cómpito è stato raggiunto mediante una serie di provvedimenti e di norme atte a migliorare l'ordine, od a precisare responsabilità, o ad eliminare inconvenienti

e dubbi, o a dare maggior speditezza, o a raggiungere maggiore economia di spazio, di mezzi, di personale, di spesa.

A ciò mirano ad es. fra altri provvedimenti di minore importanza:

a) la costituzione organica dei Servizi Generali tecnici alla dipendenza di un ingegnere addetto alla Direzione e comprendente oltre l'ufficio dei disegni e quello dei campioni, anche un'apposita officinetta di manutenzione, sistemata in locali e con personale operaio e di manovalanza propri, incaricati oltre che della manutenzione generale di impianti per lavori di meccanica, di falegnameria, elettrici e murari, anche della pulizia dei piazzali e delle relative opere di giardinaggio;

b) l'adozione dell'orario ad intervallo ridotto ad un'ora comune a tutti, senza cioè ammissione di deroghe per utilità individuali, controllato mercè ingresso unico, eliminazione di ogni altra possibilità di uscita, centralizzazione di spogliatoi prima del controllo all'ingresso, orologio a scheda di presenza con registrazione automatica pel personale subalterno, foglio unico di presenza per il personale che ha obbligo di firmarlo, suoneria multipla a comando unico di avviso per l'inizio e la cessazione del lavoro, ecc.:

c) le nuove norme sulla accettazione, registrazione, trasporto, distribuzione dei campioni da esaminare, sulla sistematica conservazione di essi in locale unico e sulla eliminazione di quelli già esaminati;

d) le nuove disposizioni sulla classificazione, tenuta della biblioteca ed uso dei libri e delle riviste;

e) la istituzione di sub-inventari per ogni singolo laboratorio, la identificazione ed applicazione del contrassegno a piastrina numerata dei singoli oggetti e la verifica relativa;

f) l'impianto di una regolare gestione interna di magazzinetto scorta per le vetrerie, i prodotti chimici ed i materiali speciali in genere, che permette di acquistare dai produttori ed a minor costo per quantità sensibili ciò che invece si sarebbe dovuto comprare sulla piazza a piccole partite man mano che occorreva;

g) la nuova costituzione dell'archivio.

A proposito di quest'ultimo lavoro è da notarsi che mentre in precedenza si protocollavano tutti gli atti sia in arrivo che in partenza e si avevano posizioni fisse ed uniche di inserti, sia come tempo che come spazio, sicchè l'ingombro cresceva senza limite, nè possibilità di sceveramento nell'unico archivio generale di segreteria istituito, nel nuovo sistema adottato invece si è abolito il protocollo, si è decentrato l'archivio inerente all'esame normale dei campioni nei singoli laboratori, intestandosi gli inserti nello stesso ufficio campioni ed agevolandosi le ricerche con apposito schedario generale, si è data alla contabilità la parte di archivio ad essa spettante separandone gli inserti, si è reso l'archivio rinnovabile di anno in anno, con deposito della parte esaurita degli inserti precedenti in ambiente separato ed eliminazione periodica di quelli vecchi. Si sono poi rese metodiche le attese, le sollecitatorie, le registrazioni ed il richiamo di inserti fuori posto. Ne è risultata la riduzione da due ambienti e due impiegati di segreteria, occupati per l'archivio precedente, all'impegno di mezzo ambiente e mezzo impiegato di segreteria per lo stesso scopo, senza che peraltro vi sia stato alcun corrispettivo aumento di personale negli altri uffici e laboratori.

Il secondo cómpito ha consigliato un'altra serie di provvedimenti intesi a raccogliere, classificare e riassumere, dal punto di vista amministrativo, tecnico e contabile, dati statistici che dessero modo di conoscere quello che giornalmente, mensilmente od annualmente si fa nella Sezione in esame.

A tal uopo i dati raccolti per la relazione annuale del'Amministrazione F. S. od altri che potessero rilevarsi da documenti esistenti non sembravano sufficienti, nè per determinazioni quantitative di spesa e di rendimento, non portando in conto l'elemento tempo reale impiegato per ognuna delle varie prestazioni fra loro diversissime, nè per rispondere a tutte le domande, che — per quanto si volessero ridurre — erano in proposito da formularsi.

E le domande a cui si è cercato di rispondere, sono state le seguenti:

1 – che cosa costano annualmente la intera Sezione dell'Istituto, ogni suo singolo laboratorio, i suoi Servizi Generali;

2 – come sono ripartite le spese suesposte riguardo agli Enti richiedenti, distinti nei singoli Servizi Trazione, Lavori, Movimento ed Approvvigionamenti, nei rimanenti Servizi presi insieme, nel Genio Civile e negli altri Enti Pubblici e Privati, presi in blocco;

3 – come sono ripartite le stesse spese riguardo al genere di lavoro, distinto in:

a) dirigenza e gestione,
b) collaudi, esami e prove sperimentali,
c) classificazioni merci e relazioni normali,
d) relazioni di gara e prescrizioni speciali,
e) studi e relazioni speciali,
f) studi, ricerche generali teoriche, sperimentali e bibliografiche,
g) conferenze, lezioni, partecipazione a Congressi, ecc.,
h) manutenzione impianti ed apparecchi,
i) ammortamento stabili,
l) ammortamento apparecchi;

4 – come sono ripartite mensilmente le prestazioni di tutto il personale della Sezione in relazione alla triplice divisione risultante dai precedenti tre punti;

5 – quale impiego di lavoro e di mezzi ha richiesto ciascuno studio speciale;

6 – quale impiego di lavoro e di mezzi richiede in media ciascuna specie di determinazioni;

7 – quale impiego si è fatto di un determinato apparecchio costoso;

8 – quante richieste e quanti campioni arrivano per ciascun laboratorio dagli Enti interessati, distinti come al punto 2°;

9 – quante prestazioni distinte secondo gli alinea *b*) *c*) *d*) *e*) del punto 3° si sono ultimate in ciascun mese da ogni laboratorio;

10 – quanto arretrato di lavoro esiste a fine di ciascun mese nei singoli laboratori.

Per rispondere alle suesposte domande si sono istituiti i seguenti due documenti elementari principali:

A – una scheda personale giornaliera per ogni singolo operatore (fig. 1);

Laboratorio .... RIS°/₁₀

1. — ***Rendiconto del lavoro eseguito il*** .... ***dal*** .... (..........)

N. progressivo	COLLAUDI ESAMI E PROVE SPERIMENTALI				CLASSIFICAZIONI merci e relazioni normali — Relazioni di gara e prescrizioni speciali — Studi e relazioni speciali	ALTRE prestazioni	CONTO di addebito	ORA		TEMPO IMPIEGATO (in ore e decimi)			IMPORTO a stima dei materiali impiegati	APPARECCHI costosi impiegati	AVVERTENZE
	Numero di protocollo dei campioni	Genere	Operazioni					di inizio	di ultimazione	dall'operatore	da aiutanti				
			Natura	Numero delle determinazioni completate nel giorno							personale categoria A e B (a)	personale categoria C			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

II. — **Numero dei campioni liquidati e delle operazioni e determinazioni diverse, distinte in categorie, portate a termine nella giornata.**

OPERAZIONI											
Collaudi, esami e prove sperimentali			Classificazioni di merci e relazioni normali			Relazioni di gara e prescrizioni speciali			Relazioni e studi speciali		
Natura delle prove	Numero di campioni	Numero di determinazioni	Quantità	Numero di campioni	Numero di determinazioni	Quantità	Numero di campioni	Numero di determinazioni	Quantità	Numero di campioni	Numero di determinazioni
				(b)	(b)		(b)	(b)		(b)	(b)

III. — **Campioni non ancora esauriti a fine mese e quote occorrenti per esaurirli.**
(Da compilare dai Capi Laboratorio il giorno 8 di ogni mese)

N. dei campioni non esauriti a fine mese, in attesa di prova		Quote occorrenti per esaurire	
Per prove occorrenti ecc., per gare ecc., per classifiche merci ecc.	Per studi e relazioni speciali	i campioni di cui a colonna	i campioni di cui a colonna (d)
(c)	(d)		

(a) Il personale delle Categ. *A* e *B* che dà prestazioni in aiuto ad altri operatori, segnalerà tali prestazioni in lapis nel proprio rendiconto. — (b) Da non specificarsi nel quadro 1°.

B – un foglio riassuntivo giornaliero per ogni Capo Laboratorio (fig. 2);

R. I. S. - 01/12

LABORATORIO ....

Utilizzazione riassuntiva del personale e dei materiali nel giorno ....

CATEGORIE DI PERSONALE	Numero di giornate di funzionari ed agenti					Ore di impiego del personale da addebitare								NUMERO TOTALE di ore *effettive* di lavoro quali risultano dai rendiconti	AVVERTENZE
	presente e in trasferta	in congedo	ammalati	ceduti ad altri laboratori	assenti per altre cause	al conto	al conto	al conto	al conto	a conto	al conto	al conto 00	al conto 01		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
A e B (tutti gli addetti al laboratorio esclusi quelli della Cat. C)															
	Totale giornate Cat. A e B N.					Totale ore *contabilizzate* N.									
C (operai, personale d'inservienza manovali)															
	Totale giornate Cat. C N.					Totale ore *contabilizzate* N.									
Materiali impiegati (importo a stima in lire e centesimi)															

Cat. A e B:

Totale ore contabilizzate . . . . . N. .... = totale giornate Cat. A e B . . . . . . N. .... $\times \left\{ \begin{matrix} 7 \\ 8 \end{matrix} \right.$ + ore di lavoro straordinarie retribuite N. ....

Totale ore di lavoro effettivo (col 15) » .... = giornate dei presenti e in trasferta (col. 2) » .... $\times \left\{ \begin{matrix} 7 \\ 8 \end{matrix} \right.$ + ore di lavoro straordinario .... $\pm$ ....

Cat. C:

Totale ore contabilizzate . . . . . . N. .... = totale giornate Cat. C . . . . N. .... × 8 + ore di lavoro straordinario retribuite N. ....

Totale ore di lavoro effettivo (col. 15) » .... = giornate dei presenti e in trasferta (col. 2) » .... × 8 + ore di lavoro straordinario .... $\pm$ ....

Il Capo laboratorio ....

per la compilazione dei quali si sono predisposti:

a) un quadro pitagorico, da cui risultano i numeri convenzionali distintivi delle singole categorie di spesa od utilizzazione di personale;

b) un elenco da cui risultano i numeri convenzionali distintivi dei diversi materiali e specie di determinazioni eseguite;

c) un elenco da cui risultano i numeri convenzionali distintivi dei singoli apparecchi costosi in dotazione da adoperarsi;

d) una tariffa, da tenersi aggiornata, indicante i prezzi correnti dei materiali da impiegarsi.

Con tali due documenti elementari si è in grado di rispondere a tutte le domande formulate ad eccezione dell'8ª e della 10ª, per le quali sono invece predisposti dall'ufficio campioni due corrispondenti prospetti mensili, il secondo dei quali da completarsi dai laboratori.

I risultati riassuntivi mensili ed annuali sono riportati da due corrispondenti modelli di quadri; da tre diverse serie di diagrammi, l'una di 14 diagrammi parziali e 2 riassuntivi per le richieste ed i campioni in arrivo, l'altra di 16 diagrammi parziali, 8 semiriassuntivi, e 3 riassuntivi per l'utilizzazione mensile del personale, e la terza di 14 diagrammi parziali ed 1 riassuntivo per porre in evidenza il lavoro eseguito in rapporto al rimanente da farsi, ed infine da fogli simili a conti correnti intestati per ciascuno studio speciale e da uno schedario a schede perforate, per le singole prestazioni normali, allo scopo di ottenerne meccanicamente le medie nel tempo per gruppi di prestazioni uguali, come pure l'utilizzazione singola nel tempo degli apparecchi di un certo costo.

A parte il lavoro dell'Ufficio tecnico, dell'Ufficio campioni e dei Laboratori, ottenuto coi mezzi già in possesso e senza aumento di personale, è stato previsto il lavoro di non oltre un terzo di impiegato per lo spoglio dei resoconti giornalieri, la perforazione delle schede ed i riassunti mensili ed annuali, il che determina una maggiore spesa ben tenue di fronte allo scopo molteplice che si intende di raggiungere.

Altri controlli metodici sono poi istituiti sulla presenza giornaliera ed assenze per malattia, sulle missioni fuori sede, sulle uscite per servizio, sulle maggiori prestazioni compensate in seguito da altrettanti maggiori riposi, sulle spese dirette, sulla raccolta e sui versamenti delle materie fuori uso, ecc.

Con tali controlli è possibile ora da un lato conoscere l'impegno dell'intera Sezione e dei suoi singoli laboratori per ciascun Ente committente, come il costo nelle sue diverse manifestazioni, dall'altra il paragone, l'esame e la ricerca del metodo più economico, dell'utilizzazione massima e del rendimento più alto.

Ed un ultimo controllo infine è stato di recente ancora istituito: l'esame dell'andamento dei singoli laboratori da parte di una Commissione interna, costituita dal V. Direttore e dal Capo del Riparto competente. Essa ha il cómpito precisato da apposito questionario, che oltre alla parte riguardante l'ordinario andamento tecnico ed amministrativo, da sottoporsi a sistematica verifica, ne contiene un'altra, più d'indole temporanea od occasionale e forse da seguirsi per la prima volta soltanto, di indagine superiore sul bilancio materiale e morale del laboratorio e sull'indirizzo ed estensione della sua attività in relazione all'ultimo cómpito impostosi dalla riforma.

Il terzo cómpito infatti è inteso ad indirizzare il lavoro, a dare l'equilibrio e l'armonia fra i diversi rami e fra le richieste e i mezzi per soddisfarle, ad ottenere infine la maggiore efficienza dell'impianto.

Esso viene da ultimo, perchè presuppone l'ordine e la disciplina ed utilizza i dati del controllo a scopo di necessaria conoscenza e di misura.

Esso si esercita dalla mente direttiva oltrechè con comunicati scritti o verbali ai Capi laboratorio, anche a mezzo di un Comitato interno di consulenza collegiale, istituito per accordi collettivi e collegamento.

Esso partendo dalla osservazione diretta della realtà quale si presenta giornalmente, e dai problemi contingenti che si affacciano all'esame, assurge alla disposizione ed alla regola e perciò difficilmente può essere traducibile in massime generali aprioristiche. Accenneremo perciò ad alcuni soltanto fra i principali problemi di una certa estensione esaminati finora.

È manifesto che, lasciando ai Servizi dell'Amministrazione la libertà completa derivante dalla loro facoltà di richiedere alla Sezione dell'Istituto tutte le prestazioni loro occorrenti, senza cioè preoccupazione della entità dei mezzi disponibili di questa, difficilmente si sarebbe potuto eliminare o ridurre un arretrato di lavoro che non avrebbe trovato altro limite d'equilibrio se non in quello della tollerabilità od ammissibilità del ritardo conseguitosi nell'avere il responso.

È manifesto altresì che non definendo, nè limitando i cómpiti di un Istituto siffatto, così adatto e disposto a passare dalla esperienza alla ricerca e dall'applicazione all'indagine, così proclive cioè a moltiplicare i mezzi per possibilità anche meno probabili di utilità diretta ed immediata per la nostra Amministrazione, o per campi di lavoro sia pure comuni ad altri laboratori similari ma non strettamente ferroviari, si alimentano facilmente aspirazioni tentacolari e suggestive, indirizzi programmatici e richieste di mezzi molto più ampi ed aerei di quelli che la realtà contingente consiglierebbe.

Arretrato di lavoro e decadimento di richieste da un lato, programmi iperbolici e studi incompiuti dall'altra; ecco le due secche da evitare non contribuendo entrambe alla regolarità dell'andamento, alla realizzazione sollecita ed in definitiva al credito ed all'efficacia dell'Istituto.

Si è provveduto all'uopo istituendo in primo luogo, d'accordo coi Servizi, un rendiconto mensile di impegno di lavoro dei vari laboratori, espresso in giornate-operatori, che mette in grado i Servizi stessi committenti di conoscere a fine di ogni mese il carico e le disponibilità di lavoro di ciascun laboratorio. In secondo luogo si è istituito un registro unico interno, da mantenersi aggiornato, in cui sono segnati tutti quegli studi riconosciuti utili ed ammessi per ciascun laboratorio, pei quali è riportato lo stato di avanzamento ed il tempo dedicato fino al relativo compimento.

È manifesto infine che, per quanto differenti nelle materie trattate, nelle discipline, nei metodi, nei bisogni, negli scopi i diversi laboratori si muovono in un sistema unitario che deve collegarli nella famiglia di cui fanno parte e dar loro l'impronta omogenea di ordine, di disciplina e di andamento di lavoro. E l'ordinamento dato tende infatti a stabilire, controllare, ricostituire tali uniformità con un complesso di provvedimenti, che danno tale impronta particolare alla riforma, specie nella sua parte direttiva ed organizzativa. Per essi è oggi possibile rilevare subito ad es. eventuali disquilibri di lavoro fra i diversi laboratori e provvedervi con temporaneo spostamento di personale, sfon-

12

dando od evitando che si costituissero quelle paratie stagne che facilmente invece si formano fra parti così distinte di organismi siffatti ed affermando mercè una forza direttiva e vigilante quel principio di collaborazione e di responsabilità collettiva verso l'esterno che giova sotto ogni punto di vista al buon nome dell'impianto.

Ma a questo buon nome oltre alla sufficienza dei mezzi, di cui ho parlato nelle prime parti, oltre a quel complesso direttivo ed organizzativo, che determina la funzionabilità regolare dei mezzi stessi, a cui ho fatto cenno in quest'ultima parte, concorre anche e sopratutto quel fattore centrale umano, che è preminente in siffatti Istituti; fattore umano considerato nella natura stessa particolare del suo lavoro, non certo in base a selezione fisica o psicotecnica, bensì in quel campo ancora oscuro ed ancora incerto dello spirito e del sub-cosciente, dove, secondo un poeta, esistono quelle nostre energie migliori, che non potrebbero vivere alla superficie e dove è custodita quella grande miniera di ogni nostra virtù.

Affermare dunque tale spiritualità nel suo contenuto ideale, determinare l'etica dei sentimenti ed ispirare il lavoro nel nostro ricercatore sperimentale con mezzi materiali e morali, ecco l'ultimo e non trascurabile cómpito della dirigenza per scegliere e formare gli esseri stessi, a cui va affidato il credito di questa Sezione.

Essa ha voluto dunque nella sua recente riforma rivedere e riordinare le sue cose, rispondendo ad alte direttive da cui ha ottenuto ogni possibile aiuto, ed è ora in marcia collo stesso ritmo segnato da parola d'ordine superiore per ogni organismo italiano per quel qualunque obbiettivo presente e futuro, vicino o lontano, a cui si fosse chiamati ad attendere in avvenire.

Il deficit delle ferrovie francesi.

Nell'anno 1930 il *deficit* del *fondo comune* delle sette grandi reti francesi ha raggiunto circa 1900 milioni, di cui 1330 rappresentano il disavanzo dell'esercizio.

Per il 1931 si prevede che il disavanzo dell'esercizio salga a 2100 milioni e che il *deficit* del fondo comune si elevi a 4 miliardi e mezzo, nel caso, s'intende, che non venga adottato in tempo alcun rimedio efficace.

Frattanto è stata formulata una proposta per l'aumento delle tariffe e il Consiglio Superiore delle Strade Ferrate ha iniziato l'esame della complessa crisi ferroviaria.

Volte sottili in cemento armato con centine e senza.

Nel gennaio scorso riportammo dal *Génie Civil* qualche notizia sulla costruzione *senza centine* di cupole e volte cilindriche sottili sfornite di nervature, ma armate mediante un completo *sistema triangolare* di traliccio leggero.

A complemento di quel cenno, ricordiamo che per l'armatura di cupole e volte sottili viene anche adoperata la lamiera stirata, la quale forma un sistema a *maglie quadrangolari* e, almeno per gli esempi che si conoscono, non esclude l'*uso delle centine*.

Va da sè che con ciò non si pretende di istituire un confronto fra i due sistemi, il quale però, se fatto in maniera esauriente in base alle costruzioni realizzate ed ai risultati ottenuti, riuscirebbe certo interessante da ambedue i punti di vista, tecnico ed economico.

Locomotive con freno a repressione d'aria nelle prove dinamometriche

(Redatto dall'Ing. MANLIO DIEGOLI per incarico del Servizio Materiale e Trazione).

(Vedi Tav. IX fuori testo)

Riassunto. — Dalle Ferrovie Italiane dello Stato in questi ultimi anni è stato adottato, a complemento di quello finora seguito, un nuovo metodo sperimentale per le prove di trazione. Tale sistema presenta caratteristiche interessanti di rapidità ed esattezza e permette di ottenere risultati molto soddisfacenti.

Le prove di trazione con locomotive incominciarono ad avere sviluppo sistematico e razionale fin dal 1904, cioè dopo la costruzione, a cura della Rete Adriatica, di una carrozza dinamometrica rispondente alle molteplici esigenze sperimentali.

L'importanza dei risultati man mano ottenuti, di evidenza indiscutibile, la corrispondenza delle conclusioni sperimentali con i dati di esercizio che, spesso da esse derivanti, ne davano poi pratica conferma, l'ausilio alla favorevole soluzione di problemi termodinamici e generali che, impostati su locomotive esistenti, permettevano di trarre norma per successive costruzioni ecc., fecero assumere alle prove dinamometriche carattere di sempre maggiore estensione e di perfetta aderenza al servizio effettivo.

Anche durante la grande guerra, per quanto fosse paralizzata ogni attività che ad essa non avesse attinenza, gli esperimenti dinamometrici ebbero un periodo di ripresa in occasione dell'acquisto in America di un forte gruppo di locomotive per le quali era utile stabilire sperimentalmente diverse caratteristiche di esercizio.

Tolta la stasi dell'immediato dopoguerra, gli anni che seguirono apportarono continuo incremento allo sviluppo delle prove che, per la costruzione di nuovi tipi di locomotive e per numerose trasformazioni, ebbero largo campo di indagine.

Il diagramma della figura 1, riferito al solo periodo dell'esercizio di Stato (dal giugno 1905), dà l'idea dello sviluppo progressivo delle prove dinamometriche e quindi dell'importanza delle stesse.

Il percorso chilometrico effettuato ad esempio nel corso degli anni 1927-28 denota già di per sè come l'organizzazione delle prove fosse già prossima a raggiungere la saturazione delle sue possibilità materiali di tempo, mentre il programma da sviluppare andava aumentando in modo tale da destare preoccupazioni specialmente considerando che molte questioni importanti erano o avrebbero dovuto restare in sospeso in attesa dell'indirizzo che appunto da conclusioni sperimentali doveva derivare.

Diveniva dunque urgente di trovare un mezzo atto a fare aumentare notevolmente il numero dei risultati sperimentali conseguibile in un certo tempo. Scartata la possibilità di immediata costituzione a tale scopo di un secondo gruppo sperimentale, per gli oneri relativi all'acquisto di una nuova carrozza dinamometrica e sopra tutto per il non breve periodo di tempo che necessariamente avrebbe dovuto trascorrere prima che tale gruppo fosse efficiente, venne invece deciso l'impiego normale nelle prove, di una locomotiva

munita di freno a repressione d'aria. Tale soluzione, del tutto rispondente allo scopo per quanto concerne la rapidità di svolgimento delle prove, si presenta nettamente vantaggiosa, come si vedrà in seguito, anche in relazione alla regolarità dei risultati conseguibili.

* * *

Riconosciute utilissime da ogni grande Amministrazione, le prove di trazione vengono tuttavia effettuate seguendo concetti e metodi diversi.

In America la famosa istallazione sperimentale della Pennsylvania Railroad Co., istituita in occasione dell'esposizione internazionale di Saint-Louis (1) per lo studio del funzionamento delle locomotive esposte dalle varie Amministrazioni americane ed eu-

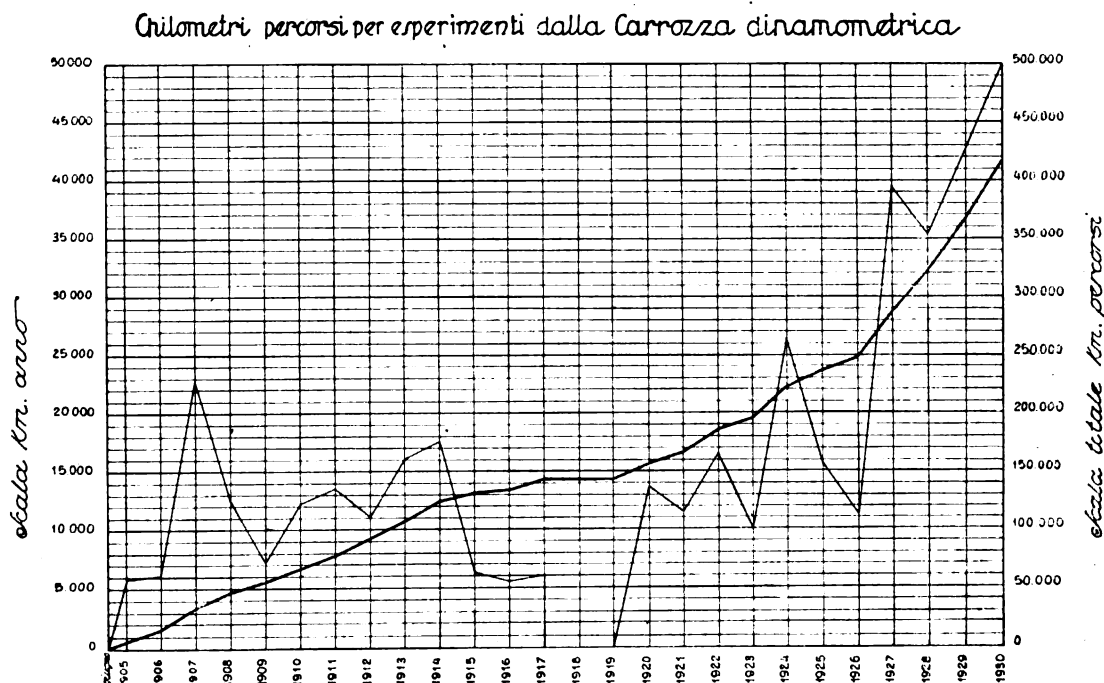



Fig. 1.

ropee; in Inghilterra l'analogo impianto di Swindon ed in Giappone quello del Railway Research Office of Tokyo delle ferrovie imperiali, per citare alcuni esempi, permettono di determinare le varie caratteristiche della locomotiva in condizioni di assoluta costanza di regime. A tale scopo la locomotiva stessa viene posta su di un sistema di rulli collegato ad un freno idraulico presentante una opportuna resistenza alla rotazione, sì che risulta possibile determinare senz'altro sia la velocità angolare delle ruote, sia la tendenza allo avanzamento che la macchina manifesta con uno sforzo misurabile su di un attacco elastico. Tale metodo di indubbia esattezza nei diretti confronti a base teorica tra locomotive funzionanti a regime affatto costante, non trova però effettiva rispondenza nelle condizioni di effettuazione di un treno in cui il regime largamente variabile costituisce la reale forma di utilizzazione della locomotiva a vapore, mentre la stessa regolare uniformità

(1) « Pennsylvania Railroad Company Bulletin », n. 29, 1915.

delle condizioni sperimentali accessorie lascia i risultati immuni da quelle alterazioni che, corrispondenti appunto a cause secondarie, ma individuabili e comuni nel campo pratico, non sono prive di importanza agli effetti delle conclusioni finali da trarre sul comportamento generale della locomotiva.

Altro metodo, seguito ad esempio dalle ferrovie polacche (1), consiste nell'effettuare le prove pure a regime di velocità e di lavoro ma con un treno e su determinato percorso opportunamente prescelto su linea con andamento altimetrico saliente e con poche e non troppo sensibili variazioni di livelletta. Il tonnellaggio del treno è in relazione alla potenza che la locomotiva in esperimento deve sviluppare mentre le condizioni di regime lungo il percorso ed il rapido raggiungimento delle condizioni stesse in avviamento, sono ottenuti con l'ausilio di un'altra locomotiva che, in composizione al treno, fornisce il supplemento di sforzo necessario allo scopo.

Tale sistema, al quale non si possono muovere obbiezioni circa la regolarità dei risultati, nel caso della nostra Rete vincolerebbe però le prove all'effettuazione su percorso relativamente breve, dovendo da esso restare escluso ogni tratto in discesa, e potrebbe determinare una certa lentezza nello svolgimento delle prove stesse dovendo il tratto di linea prescelto essere percorso sempre nel medesimo senso.

Presso l'Amministrazione italiana, fino al 1928, e presso diverse altre tuttora, le prove dinamometriche venivano effettuate generalmente utilizzando treni normali sia viaggiatori che merci. L'organizzazione sperimentale ed i particolari del metodo usato furono a suo tempo descritti su questa Rivista in modo del tutto esauriente e preciso (2) e si suppongono noti al lettore.

Tale sistema, seguito invariabilmente fin dall'inizio delle prove in Italia, permise una brillante attività sperimentale e condusse sempre a conclusioni che, per il modo stesso con cui erano ottenute, ebbero in ogni occasione netta conferma dalle successive risultanze pratiche di esercizio.

Naturalmente è implicita nel metodo la soggezione ai vincoli di circolazione dei treni e sovente anche del servizio viaggiatori, per cui mentre da un lato ritardi in partenza o durante il viaggio inducono poi a corsa più veloce per non turbare la regolarità del servizio, dall'altro non è difficile e non sempre rimediabile il verificarsi di variazioni da giorno a giorno nel tonnellaggio del treno prescelto per la prova. Nè può dirsi che l'eguaglianza di tonnellaggio rimorchiato implichi la corrispondenza nel numero di assi o che comunque la resistenza alla trazione di due treni di pari peso sia esattamente la stessa. Tale variabilità di condizioni e di comportamento impone alla locomotiva regimi di lavoro diversi e non sempre strettamente comparabili il che, in conclusione, conduce alla necessità di effettuare un maggior numero di prove al fine di avere un gruppo di risultati sperimentali nel quale possano essere scelti dati immuni da irregolarità e quindi atti a confronto. Anche qualche fermata in più o in meno specialmente se in salita od in prossimità di tratti a profilo saliente può dar luogo ad un certo turbamento nei risultati della corsa, ma in ogni caso si tratta sempre di anormalità riducibili alla già detta conseguenza: la necessità di un periodo piuttosto lungo di prove a garanzia dell'attendibilità dei dati conclusivi.

(1) CZECZOTT, *Die Lokomotive*, 1928, Heft 2.,

(2) « Mezzi e metodi di esperimento usati dalle Ferrovie Italiane dello Stato », ingg. MASCINI e CORBELLINI, in *Rivista Tecnica*, n. 3-4, anno XII.

Le ferrovie germaniche del Reich, fin dall'inizio del 1927 avevano istituito, limitatamente ai treni merci, un nuovo sistema di prove basato sulla utilizzazione di una locomotiva resistente munita di freno Riggenbach. Il successo conseguito indusse in breve ad estendere il metodo anche agli esperimenti relativi a treni veloci ed i risultati si confermarono lusinghieri anche per le caratteristiche particolarmente favorevoli della linea prescelta per le prove (Berlino-Magdeburgo) che per un tratto di sufficiente lunghezza corre quasi perfettamente orizzontale e senza forti curve. In tali condizioni la costanza dello sforzo di trazione e della velocità è facilmente ottenibile e la regolarità dei risultati assicurata (1).

Apparendo tale metodo molto interessante anche ai fini di una maggiore snellezza nell'organizzazione sperimentale, nel 1928 venne deciso dalle ferrovie italiane di applicarlo in via provvisoria e preliminare utilizzando una coppia di piccole locomotive gruppo 980 che, in servizio normale su linee a dentiera, già sono munite del freno Riggenbach (2). Ottenuta in tal modo la conferma delle reali favorevoli possibilità del metodo venne stabilito di attrezzare opportunamente, in un primo tempo una locomotiva gr. 675 e successivamente un'altra del gr. 670. La scelta cadde su unità di tali gruppi oltre che per le favorevoli caratteristiche tecniche, per la loro limitata importanza nel parco locomotive F. S. per cui il fatto di distoglierle dall'utilizzazione corrente non costituiva un grave onere.

* * *

Il freno Riggenbach, o a repressione d'aria, è basato sul fatto che, correndo la locomotiva in un certo senso, ad esempio in avanti, con la leva d'inversione disposta a marcia indietro, per il conseguente completo sfasamento della distribuzione, il ciclo di lavoro viene percorso in senso inverso, con caratteristiche analoghe a quelle che si presentano nella marcia a contro-vapore.

In tal modo il motore funziona da compressore: infatti (diagramma *a* fig. 2), l'aria atmosferica viene aspirata attraverso il tubo di scarico durante la parte di corsa *AB* insieme ad una piccola quantità di vapore; subisce, nella successiva fase *BC*, una prima lieve compressione nel cilindro essendo ogni comunicazione chiusa; aumenta rapidamente di pressione nel primo tratto della fase *CD* venendo il cilindro in comunicazione col tubo di introduzione che, trovandosi a pressione più alta, tende a raggiungere l'equilibrio, indi continua a crescere, per effetto del moto dello stantuffo, fino verso il termine di corsa. La pressione incomincia allora a diminuire, in parallelo con quella del tubo di introduzione, fino al punto *D* in cui il distributore toglie ogni comunicazione sì che il successivo tratto *DA* dà luogo all'espansione dell'aria contenuta nel cilindro. Il grafico ondulato, segnato con linea pesante, rappresenta l'andamento della pressione nel tubo di introduzione che naturalmente risente l'effetto della convergenza di erogazione di entrambi i cilindri della locomotiva.

Il tubo di introduzione, chiuso dal lato della caldaia dalla valvola del regolatore, resa eventualmente più rigida, e comunicante con l'atmosfera col solo mezzo di una val-

(1) *Glaser Annalen*, Jubiläums Sonderheft 1927, S. 14
» » Band 103, Heft 11, Dezember 1928, S. 137.

(2) Di tale applicazione fu fatto cenno nella Memoria n. 565 degli Atti del World Engineering Congress of Tokyo-Novemb. 1929. *Experimental Methods etc.*

vola di scarico manovrabile a piacere, costituisce un vero serbatoio di aria compressa, il valore della cui pressione rappresenta uno degli elementi essenziali nella regolazione del lavoro resistente come chiaramente appare anche dai diagrammi della figura 2.

Infatti tanto maggiore è la pressione agente sullo stantuffo durante la sua corsa, quanto più grande è la differenza di pressione tra cilindro e tubo di introduzione sull'ordinata *C. F.*

Altro elemento di effetto oltremodo sensibile è costituito dal grado di introduzione, il cui intervento è tuttavia utilizzato solo limitatamente al campo dei lavori ridottissimi, essendo più opportuno, ai fini della dolcezza di marcia della locomotiva, usare alto grado di introduzione con attenuata repressione (diagr. *b-c*).

È chiaro pertanto come una vasta gamma di valori del lavoro resistente sia ottenibile col freno a repressione d'aria.

La realizzazione di tale sistema è stata raggiunta per quanto concerne la loc. gr. 675 in modo affatto semplice: per evitare l'aspirazione nei cilindri di prodotti della combustione e di detriti di carbone, il tubo di scappamento è stato prolungato direttamente fino al di fuori della camera a fumo alla cui sommità ha assunto l'aspetto di un secondo camino; la luce variabile sul tubo di introduzione è costituita da due valvole a vite, di opportuno diametro e manovrabili a mezzo di volantini dalla cabina del macchinista; l'eccesso di temperatura che nel motore si manifesterebbe in conseguenza della compressione dell'aria, è contenuto in limiti perfettamente tollerabili sia per la lubrificazione che per le guarniture derivando dalla caldaia un piccolo getto di acqua calda che, sgorgando nei

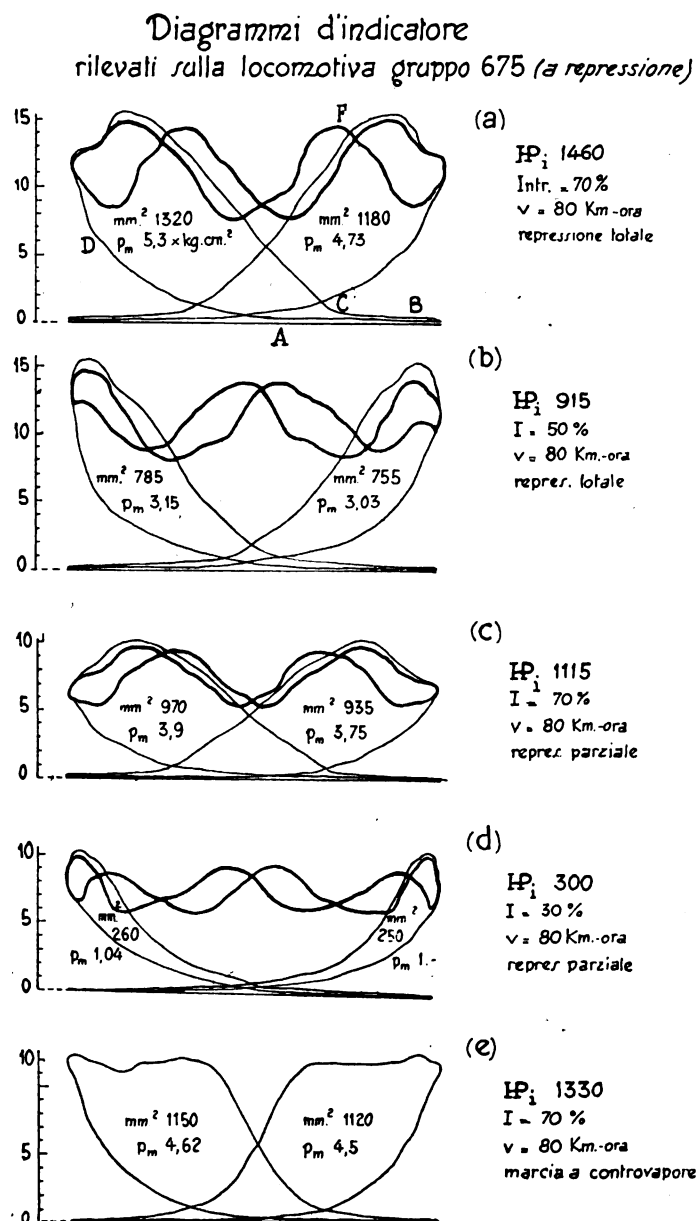



Fig. 2.

distributori (lato scarico), vaporizza immediatamente e sotto tale stato viene aspirata nei cilindri. Infine per la attività della caldaia, che in genere basta mantenere in forma assai ridotta, la portata del soffiante è stata notevolmente accresciuta in modo da ottenere, con questo solo mezzo, una depressione in camera a fumo di circa 35-40 mm. di acqua.

L'adattamento della loc. gr. 670 presentava qualche maggiore complicazione, trattandosi di un tipo a doppia espansione dissimmetrica, e qualche incognita sulla possibilità di distribuire il lavoro equamente fra la coppia di cilindri ad alta pressione e quella a bassa. Appunto per tale considerazione, oltre alle modificazioni già accennate nel caso precedente, si è munito il receiver di una valvola a vite ad apertura variabile ed il tubo di scarico, allo sbocco della camera a fumo, di una valvola a ventola, entrambe sempre comandabili dalla cabina.

In tal modo, potendosi disporre di quattro elementi variabili, doveva esser facile anche nei casi meno favorevoli di ottenere lo sforzo negativo voluto e la regolare distribuzione sul meccanismo, cose che la pratica ha confermato, tanto che non si è fino ad ora dovuto lamentare alcun riscaldo a cuscinetti di bielle.

Per quanto concerne la lubrificazione, entrambe le locomotive sono state munite di oliatore automatico a pompa non essendo il tipo a condensazione atto a regolare funzionamento per due ragioni: pressione nei distributori troppo elevata e talvolta anche notevolmente superiore a quella di caldaia; conseguente presenza d'aria in quest'ultima. Il secondo inconveniente citato, quando la marcia con sforzo resistente molto alto sia prolungata, cioè l'introduzione di aria in caldaia diventi considerevole e non eliminabile col soffiante (che in genere è più che sufficiente), può talvolta riflettersi anche sul funzionamento degli iniettori. Ma sulla locomotiva gr. 675, destinata agli sforzi maggiori, è montato un preriscaldatore a pompa e l'alimentazione di acqua in caldaia resta pertanto assicurata in ogni caso.

Entrambe le locomotive sono munite di indicatore di velocità per cui il mantenimento delle condizioni di regime risulta controllato anche direttamente; in più per eventuali rettifiche o comunque per disposizioni da trasmettere, la locomotiva di testa è collegata elettricamente con quella di coda, con la quale resta facile comunicare in base a indicazioni convenzionali oppure col telefono.

Alcune caratteristiche che possono interessare, relative alle due locomotive a repressione, sono le seguenti:

	gr. 675	gr. 670
Peso complessivo in servizio	T. 120	T. 100
Peso aderente	T. 51	T. 45
Tipo di rodiggio	2-3-0	2-3-0
Diametro ruote accoppiate	mm. 1750	mm. 1920
Velocità massima	Km-ora 100	Km-ora 110
Tipo di motore	2 cil. semp.espans.	4 cilin. doppia esp.
Diametro cilindri	mm. 580	AP mm. 370 BP mm. 580
Corsa stantuffi	mm. 630	mm. 650

* * *

Il concepire le prove in forma atta a renderne rapido lo svolgimento implica che le condizioni di lavoro della locomotiva permangano costanti.

Potendo disporre di una linea perfettamente piana e priva di curve di piccolo raggio il modo più semplice per ottemperare a tale norma è di fissare preventivamente, e conseguire senza variazioni, i valori della velocità e dello sforzo di trazione al gancio donde è facile passare poi alle corrispondenti determinazioni riferite al cerchione della locomotiva. Sostituendo alla massa effettiva del treno rimorchiato la locomotiva a repressione in modo che tra questa e quella da esperimentare resti intercalata la carrozza dinamometrica, secondo la disposizione schematica della fig. 3, resta acquisita senz'altro la pos-

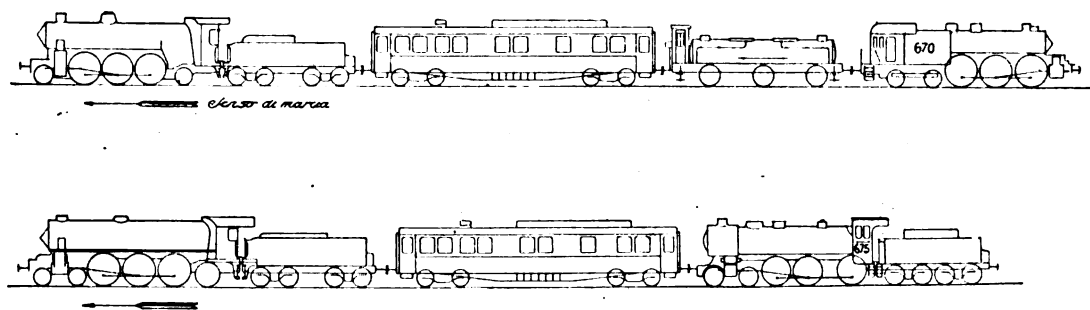



Fig. 3.

sibilità di registrare al gancio del tender sforzi di trazione suscettibili di variazioni a piacere entro campo vastissimo e cioè da 0 fino al valore limite dell'aderenza della locomotiva a repressione, aumentato dello sforzo corrispondente, a determinata velocità, al peso: degli assi portanti della macchina, del tender, della carrozza, nonchè alla resistenza dell'aria sul treno rimorchiato. Però in linea generale la uniformità dello sforzo di trazione al gancio che con treno normale, salvo il caso di percorso a resistenza perfettamente costante, sarebbe solo ottenibile entro certi limiti con variazioni della velocità di marcia, col nuovo metodo sarebbe raggiungibile senza alterazione delle condizioni di moto con qualunque andamento di linea variando due elementi: lo sforzo resistente del freno a repressione a rettifica degli effetti della variazione di profilo sul treno rimorchiato; lo sforzo al cerchione della locomotiva per quel tanto che essa da tali variazioni resta interessata in dipendenza del suo peso.

La regolazione della marcia secondo questo concetto riesce abbastanza facile con l'ausilio di un gruppo di lampade elettriche colorate in vario modo che, disposte nella carrozza dinamometrica, a mezzo di riflessione in un sistema di specchi, sono perfettamente visibili dal personale di entrambe le locomotive. Ogni lampada è collegata ad un elemento di una serie di contatti sulla quale scorre un corsoio, il cui moto è in diretta corrispondenza con quello dell'indice del potenziometro. In tal modo il valore momentaneo della potenza risultante al dinamometro è indicato continuamente con approssimazione di 25 HP in più od in meno e l'eventuale variazione di colore della lampada accesa dà norma circa le manovre da eseguire sulle locomotive per il mantenimento delle condizioni prestabilite.

Però, in considerazione che la rete ferroviaria italiana non offre alcuna linea di sufficiente lunghezza che possa rispondere al requisito della resistenza praticamente costante e poichè di conseguenza il regime uniforme al gancio ne implicherebbe invece uno variabile per lo sforzo effettivo della locomotiva, alterandone le condizioni di lavoro e quindi il rendimento, si è stabilito di riferire, salvo in casi speciali, il valore di regime dello sforzo di trazione al cerchione della locomotiva sì che, mantenuta costante la velocità e quindi la potenza, il lavoro del motore e quello della caldaia risultino del tutto regolari. Lo sviluppo di tale metodo richiede che la locomotiva funzioni con pressione e grado di introduzione preventivamente determinati e costanti per tutta la durata della prova, mentre il regolare svolgimento dell'azione correttiva col freno a repressione implica da parte di chi lo fa agire una perfetta conoscenza delle caratteristiche della linea ed una buona sensibilità nella scelta del momento e dell'intensità di variazione dell'azione frenante in relazione al regime di potenza prescelto. In pratica tale manovra, affinata e facilitata dall'abitudine, riesce in modo soddisfacente, sì che in genere lo scarto di velocità rispetto a quella di regime si mantiene nei limiti di 1 o 2 km-ora in più od in meno.

La condotta sperimentale più difficile si presenta quando debbano essere sviluppati sforzi di trazione molto ridotti oppure molto forti: il primo caso già si verifica su tratto piano quando la potenza al gancio che la locomotiva deve fornire, ad esempio nel caso di velocità oraria di 80 Km., non sia superiore a circa 400 HP presentando la sola locomotiva a repressione, ubicata in coda ed in marcia a valvole aperte, uno sforzo resistente di circa kg. 1200 (kg. 10/Tonn.) e può sussistere anche per potenze al gancio sensibilmente più alte su percorso in salita. Riesce tuttavia possibile mantenere regolarmente le condizioni di regime anche in questi casi riducendo lo sforzo resistente di quanto occorre, con opportuno funzionamento attivo della locomotiva di coda che, al limite, può raggiungere anche l'annullamento completo dello sforzo resistente dovuto al peso proprio ed a quello della carrozza dinamometrica.

Per il secondo caso, relativo allo sviluppo di potenze molto elevate, il valore medio dello sforzo corrispondente al lavoro massimo al gancio può essere valutato in base al diagramma *a* fig. 2 il quale all'incirca rappresenta il limite più alto praticamente raggiungibile con la locomotiva gr. 675 in marcia alla velocità indicata, con distribuzione rovesciata e valvole di scarico completamente chiuse. Infatti in tali condizioni, raggiungendo la compressione un valore superiore alla caldaia il diagramma *a* risulta di area maggiore di quella del diagramma *e* ottenuto con funzionamento a controvapore.

Pertanto stabilita in 1500 HP la potenza indicata e tenuto conto degli incrementi dovuti al rendimento meccanico ed al peso del treno rimorchiato (locomotiva a repressione e carrozza dinamometrica) la potenza massima ammissibile al gancio della locomotiva in esperimento risulta di circa 1900 HP corrispondenti, sempre alla velocità di 80 km-ora, allo sforzo medio di kg. 6400, mentre lo sforzo medio resistente al cerchione della macchina a repressione si limita a kg. 5500.

Tale valore medio pur essendo sensibilmente inferiore a quello massimo risultante dal diagramma polare, in normali condizioni di binario è perfettamente compatibile con l'aderenza naturale che per la locomotiva in causa ammette lo sforzo di kg. 8500 (peso aderente T. 51/coeff. ad. $^1/_6$).

Il su citato limite di potenza al gancio di 1900 HP è naturalmente da prendersi in considerazione soltanto in orizzontale, chè su percorso in discesa, mantenendo costanti

le condizioni di lavoro della locomotiva in esperimento, lo sforzo al dinamometro verrebbe incrementato del valore corrispondente all'azione della gravità sulla locomotiva stessa, mentre lo sforzo resistente effettivo al cerchione della macchina a repressione subirebbe per lo stesso motivo un aumento proporzionale al peso dell'intero treno, cioè un aumento che in discesa ad esempio del 10 ‰ sarebbe dell'ordine di 3000 kg. portando senz'altro a superare notevolmente il limite di aderenza.

Da ciò si può dedurre che per prove da effettuarsi su linea comportante dislivelli dell'ordine citato, quale la Firenze-Roma generalmente prescelta per opportunità di zona, la condizione che il margine di resistenza sia sufficiente in ogni momento al mantenimento del regime costante al cerchione implica che la potenza sviluppabile al gancio della locomotiva di testa a 80 km-ora non sia superiore, su tratto piano, a 1000 HP, corrispondenti allo sforzo di kg. 3400.

Nè d'altra parte sarebbe possibile in via normale pretendere con continuità sforzi resistenti molto più elevati senza incorrere nel rapido deterioramento del meccanismo e delle guarniture della macchina a repressione, mentre si può notare che per la prova di tipi di locomotive a vapore esistenti fino ad oggi nel parco F. S. la potenza resistente su citata è, nella quasi totalità dei casi, del tutto sufficiente. Che se poi esperimenti da effettuarsi a velocità ridotta o con locomotive molto potenti imponessero sforzi di trazione assai più elevati, il ricorrere ad una linea di profilo altimetrico più uniforme ed eventualmente all'impiego contemporaneo di entrambe le locomotive a repressione (di cui la seconda come già si disse attrezzata recentemente) eliminerebbe senz'altro ogni difficoltà in merito.

Mentre con treni normali, producenti sforzo resistente a mezzo di effettivo tonnellaggio, fermate e rallentamenti costituiscono ovvie cause di netto turbamento della regolarità sperimentale specialmente se variabili da prova a prova come numero od ubicazione, col nuovo sistema l'alterazione delle condizioni di funzionamento è minima riducendosi sostanzialmente a brevi fasi di diminuzione dell'attività della caldaia.

Infatti in occasione di ogni avviamento la locomotiva di coda dà tutto lo sforzo utile occorrente ai fini della rapida accelerazione del treno fino al raggiungimento della velocità di regime, mentre la locomotiva in prova solo in tale momento entra in azione, sì che il suo lavoro viene sviluppato esclusivamente in condizioni costanti. Tale norma trova abituale applicazione negli esperimenti in cui si tratta di determinazione di consumi nel modo più esatto possibile. Quando invece interessa di valutare specialmente la potenza della caldaia, cioè la vaporizzazione oraria, è opportuna la riduzione al minimo di ogni periodo a regolatore chiuso, che influisce sui tempi complessivi venendo considerato per una parte in ragione della variazione di tiraggio, cioè del rapporto fra la depressione in camera a fumo durante la marcia e quella dovuta invece al solo soffiante. Pertanto a fornire l'accelerazione durante gli avviamenti partecipa anche la locomotiva di testa, mentre quella di coda deve contribuire attivamente al rapido raggiungimento delle velocità di regime, ma con azione tale da non far passare la registrazione del dinamometro dagli sforzi di trazione nel campo di quelli di compressione. Tale avvertenza consente di includere nella determinazione della potenza al cerchione della locomotiva in esperimento il lavoro di frenatura che, in caso di fermata o rallentamento, risulta al dinamometro come estinzione della forza viva immagazzinata nella massa della locomotiva nel prece-

dente avviamento e allora non registrata; energia che in frenatura viene assorbita dal treno nella quasi totalità essendo la locomotiva di testa completamente sfrenata.

Le modalità di calcolo richiedono con questo metodo alcune variazioni rispetto a quelle in uso nelle prove con rimorchio di un treno: corrispondendo il lavoro di trazione ad un carico artificiale, non è più possibile di fare riferimento per i consumi all'unità di lavoro virtuale (T. K. V.), direttamente dipendente dal carico rimorchiato oltre che dalle caratteristiche altimetriche della linea. Viene così a mancare una determinazione che in talune circostanze può presentare interesse ma, a parte il fatto che per casi speciali si può operare opportunamente, devesi tener presente che l'elemento base che permette valutazioni più reali, sempre confrontabili e non inquinabili dalla diversa composizione o resistenza specifica del carico rimorchiato, è pur sempre la potenza effettiva al cerchione delle ruote motrici.

Alla valutazione di essa naturalmente non si può più giungere con la formula

$$Ne = Nu \frac{P + M}{P} + \frac{K\,V}{270} \text{ (1)}$$

ove Nu rappresenta la potenza al gancio del tender; P il carico rimorchiato in tonnellate; M il peso in tonn. della locomotiva in condizioni medie di servizio; K il coefficiente di resistenza dell'aria in corrispondenza delle velocità V, ma con la seguente:

$$Ne = Nr \pm \frac{Md\,V}{270} + \frac{Mr\,V}{270} + \frac{L\,V}{270\,S}$$

ove Nr indica in HP la potenza al gancio, già depurata della quota corrispondente al lavoro che durante i periodi di marcia a regolatore chiuso causa frenatura od altro viene registrata al dinamometro; d la differenza in metri tra le quote altimetriche di inizio e fine prova; r lo sforzo unitario in chilogrammi occorrente per equilibrare la resistenza al moto della locomotiva ad una determinata velocità di regime inclusa l'influenza dell'aria; L il lavoro in chilogrammetri registrato al dinamometro a regolatore chiuso; S lo spazio in metri percorso a regolatore aperto e finalmente V la corrispondente velocità media in km-ora.

Da notare che nel secondo membro della equazione il secondo termine va aggiunto oppure tolto in relazione al valore maggiore o minore della quota altimetrica finale rispetto a quella iniziale e che l'ultimo termine va annullato quando gli avviamenti siano effettuati senza il concorso attivo della locomotiva in esperimento.

Naturalmente la potenza effettiva è anche ricavabile, con maggiore approssimazione che col vecchio sistema, dalla potenza indicata poichè la velocità costante e le inalterate condizioni di pressione e grado di introduzione facilitano notevolmente il rilievo periodico di diagrammi di lavoro con l'indicatore normale e ne rendono più esatta la generalizzazione a tutta la corsa di prova, mentre col regime variabile è necessario ricorrere ad indicatori integratori funzionanti in modo continuo, cioè ad apparecchi delicati e di comportamento non sempre soddisfacente.

(1) V. n. 3-4 anno XII, *Rivista Tecnica*, pag. 168, «Mezzi e metodi di esperimento etc.», Ingg. MASCINI e CORBELLINI.

La durata di ciascuna corsa di prova, secondo il tipo di esperimento e di locomotiva, varia in genere da tre a cinque ore; un tempo anche minore sarebbe indubbiamente sufficiente, ma ci si attiene a detti limiti per ragioni di organizzazione, per le caratteristiche della linea ecc., nonchè sopratutto per un più raffinato equilibramento dei risultati medî e per ridurre ad un minimo trascurabile l'influenza di qualche valutazione possibile solo con valore approssimato come nel caso del combustibile residuato in forno a fine corsa per il quale, oltre che del peso, occorre tener conto del grado di sfruttamento, ciò in modo del tutto analogo a quanto si praticava col vecchio sistema.

La linea Firenze-Roma, normalmente impiegata per le prove, della lunghezza reale di km. 316,5 (339-346 Km. virtuali), con numerose curve e frequenti variazioni di livelletta, con pendenza massima del 10 $^{\circ}/_{00}$, con un certo tratto di semplice binario, ecc., non presenta effettivamente condizioni ideali e parrebbe non prestarsi ad esperimenti, tanto più in questi tempi in cui numerosi lavori di sistemazione della linea impongono frequenti limitazioni di velocità. Tuttavia mentre col vecchio sistema le suddette irregolarità potevano attribuire alle prove uno svolgimento assai lungo ed oneroso, col nuovo metodo tali difficoltà, pur rendendo l'esperimento laborioso, sono superabili in modo soddisfacente. Talvolta, per determinazioni di particolare delicatezza, viene prescelta la linea Bologna-Milano che, pur non perfetta, presenta tuttavia caratteristiche più consone alle esigenze sperimentali. A titolo di esempio si riproduce un grafico relativo a prove effettuate seguendo entrambi i metodi: la differenza fra le condizioni di funzionamento della stessa locomotiva risulta in modo appariscente (Tav. IX).

* * *

L'impiego della locomotiva con freno a repressione d'aria ha pienamente raggiunto lo scopo essenziale che, come già si ebbe occasione di accennare, tende a conseguire rapidamente e con esattezza i risultati finali.

Anche nel primo anno di applicazione del metodo, le ricerche iniziate e condotte a termine sono state senz'altro numerose:

Prove comparative di vaporizzazione a due regimi di velocità (60 e 80 km-ora) fra tre locomotive di cui una gr. 690 originaria, l'altra consimile ma con forno modificato e la terza gr. 691, con brillante conclusione a favore di questa ultima che raggiunse una prolungata produzione oraria di vapore di kg. 14.000 con una potenza al cerchione superiore a 1600 HP. A questo proposito va notato che, eccettuato il caso in cui lo sperimentatore possa utilizzare una linea di caratteristiche eccezionalmente favorevoli, cioè di sufficiente lunghezza e con profilo piano oppure in costante e misurata salita, prove del genere di quelle su citate, cioè tipicamente di regime sia per la velocità che per la potenza al cerchione della locomotiva, non sono effettuabili con la necessaria regolarità con treni normali anche se di tonnellaggio adeguato, mentre riescono assai bene quando si abbia il modo durante la corsa di variare opportunamente lo sforzo resistente al gancio;

— corse di confronto con locomotive gr. 735 aventi tre diverse impostazioni degli organi di camera a fumo determinanti il tiraggio e studio delle possibilità di esercizio in ragione di tali variazioni e dell'impiego di combustibili di diverse qualità;

— ricerca sperimentale su unità di ciascun tipo, intorno alle modifiche da appor-

tare ai ricoprimenti dei distributori di numerosi gruppi di locomotive in seguito alla soppressione del canale di Trick;

— prove sulla efficacia, in diverse condizioni di lavoro, dello scappamento di locomotive a doppia espansione gr. 746 e determinazione degli effetti di alcune particolari variazioni.

— ciclo completo di prove comparative sul comportamento, sotto vari aspetti, e sul rendimento di diversi tipi di agglomerato per locomotive, con determinazione dettagliata di caratteristiche termiche-fisiche-meccaniche e della loro influenza sullo svolgimento della combustione;

— ricerca dei vantaggi e determinazione dell'utilità di uno speciale prodotto che, in miscela col carbone, avrebbe dovuto favorirne notevolmente il rendimento di combustione;

— studio dell'influenza del metodo di condotta della locomotiva a vapore surriscaldato sui consumi di combustibile ed acqua in relazione allo stato di manutenzione del motore, a vari ordini di potenze sviluppate al cerchione, alle caratteristiche della linea, al tipo di treno, al tonnellaggio rimorchiato ed infine alla percentuale di percorso compiuto a regolatore chiuso. Per tali ricerche comparative, di natura assai delicata, valse un concetto selettivo: determinare prima le curve di consumo secondo i due metodi di condotta con coppie di dati sperimentali ottenuti in condizioni di velocità e potenza di perfetto regime e direttamente confrontabili, per isolare e sceverare dalla possibile influenza di altri elementi relativi all'andamento del treno il valore indice delle variazioni di rendimento termodinamico e complessivo della locomotiva. Stabilito in tal forma, con una serie di prove sulla Milano-Bologna e con l'impiego della locomotiva a repressione, un quadro sufficientemente completo di risultati teorico-pratici, venne svolto, prima sulla stessa linea indi sulla Firenze-Roma, un altro gruppo di prove in cui la medesima locomotiva, sempre condotta secondo i due metodi già accennati, era utilizzata per il traino di normali treni viaggiatori. In tal modo riconducendo le prove nel campo dell'ordinario esercizio, si realizzava in forma completa l'integramento reciproco dei due metodi sperimentali con risultati molto interessanti, sia per il loro valore diretto, che per la messa in evidenza di influenze secondarie collegate a variazioni caratteristiche di talune condizioni di lavoro.

Le prove menzionate rappresentano il nucleo sostanziale del lavoro dinamometrico svolto nell'ultimo periodo; tuttavia altre ricerche di carattere secondario e che pertanto non si elencano, sono state fatte in pari tempo, seguendo il vecchio od il nuovo sistema sperimentale secondo l'opportunità.

Nel complesso, insomma, è stato svolto un programma notevole che avrebbe assorbito un periodo di tempo molto più rilevante se il metodo della resistenza variabile a mezzo del freno a repressione d'aria non fosse stato applicato.

Mentre, dunque, da un lato non si possono disconoscere i vantaggi tecnici reali del nuovo sistema, facente capo a risultati di notevole esattezza, e la grande libertà dello svolgimento sperimentale atto perciò tra l'altro ad essere rapidamente adeguato alle esigenze contingenti che nello sviluppo delle prove possono venire manifestandosi, dall'altro non è fuori luogo considerarne anche il lato economico che, sotto l'apparenza superficiale di limitata convenienza, è invece vantaggioso.

Infatti tale metodo implica per ogni corsa sperimentale una certa spesa complessiva

in ragione del consumo di combustibile e lubrificanti per le due locomotive (quella frenante brucia però pochissimo carbone), quote per l'ammortamento di esse e della carrozza dinamometrica, spese per il personale tecnico addetto alle prove e per quello di macchina, nonchè spese generali per i treni effettuati.

Il complesso di tali oneri è privo di diretta contropartita attiva poichè non vengono effettuati treni con carico utile e prodotto corrispondente.

Ma occorre considerare che una parte non indifferente di tali spese, e cioè quella relativa alla carrozza dinamometrica e personale addetto, sussiste anche utilizzando per le prove i treni normali. Consegue da ciò che se si tiene conto che il risultato conclusivo di un ciclo sperimentale era raggiungibile col vecchio metodo con un numero di prove di circa tre volte più grande di quello occorrente attualmente, la spesa complessiva per ogni ciclo, col nuovo sistema, non risulta aumentata, ma anzi sensibilmente diminuita.

Tali vantaggi non costituiscono però tutta la sostanza della affermata convenienza, che va ricercata anche nel campo dello sfruttamento della organizzazione sperimentale in quanto che se, per necessità già accennate, le prove dinamometriche debbono mantenere un ritmo di intensità adeguato allo svolgimento di un programma complesso senza la possibilità pratica ed immediata di aumento di potenzialità portando a due od a tre il numero delle carrozze dinamometriche e dei relativi gruppi di addetti, altra soluzione non poteva soddisfare all'infuori dell'adozione sistematica della locomotiva con freno a repressione d'aria.

Che se poi, come è desiderabile, sarà possibile di disporre in un prossimo futuro di un'altra carrozza dinamometrica, la rapidità sperimentale che si consegue col metodo ora illustrato permetterà di estendere il campo di indagini anche a questioni che fino ad oggi sono state trattate con criterio di larga approssimazione e tra esse, in primo luogo, quella concernente la razionale utilizzazione ed il controllo sistematico dei combustibili impiegati per la trazione a vapore.

Lo sviluppo dell'industria siderurgica in Russia.

La produzione del minerale di ferro è stata la seguente:

1913	tonn.	9.214.000
1917	»	5.237.000
1920-21	»	153.000
1923-24	»	947.000
1926-27	»	4.960.000
1928-29	»	7.650.000
1929-30	»	8.868.000

Cifre previste:

1930-31	tonn.	9.888.000
1931-32	»	10.803.000

Sul calcolo delle dighe ad arco

G. M. PUGNO

Riassunto. – Si tratta della breve esposizione di un lavoro molto lungo a cui il Pugno attendeva da tempo, date le difficoltà analitiche da superare. Esso si propone di separare la spinta idrostatica sopportata dagli archi di una diga ad arco da quella sopportata dalle mensole allo scopo di un maggior avvicinamento allo stato tensionale nell'interno di una diga ad arco.

La recente determinazione presa dall'Accademia d'Italia di promuovere gli studi sperimentali sulle dighe, mi induce a rendere di pubblica ragione i resultati di un mio studio, iniziato già da qualche anno, sulle dighe ad arco. Lo scopo di tale studio consiste in un tentativo di separazione delle sollecitazioni che vanno a scaricarsi sugli elementi archi e sugli elementi mensole, poichè una diga ad arco può sempre riguardarsi come costituita da tanti elementi « archi » disposti uno sopra l'altro; ovvero da tanti elementi « mensole » disposti uno a fianco dell'altro; ciascuno di questi elementi porta un contributo proprio alla resistenza della diga. Così, un concio qualsiasi resisterà alla spinta che gli compete obbedendo alle due rigidità dell'elemento arco e dell'elemento mensola che si intersecano in corrispondenza del concio stesso.

Già dal 1913 il dott. Ugo Ritter aveva proposto di calcolare gli archi di una diga sotto l'azione di spinte fittizie date dalle spinte reali diminuite di quel tanto che veniva assorbito dalle mensole. Recentemente furono suggeriti altri metodi nei quali però la necessità di rendere di facile attuazione la ricerca delle ripartizioni delle spinte conduceva ad ipotesi tali da lasciare giustificati dubbi sull'attendibilità dei resultati.

Attenendomi al metodo del dott. Ritter, condussi le ricerche nel modo indicato dal prof. Camillo Guidi nella sua classica opera « La statica delle dighe per laghi artificiali », nonchè nel suo studio eseguito sopra una diga sperimentale costruita appositamente nel parco del Valentino in Torino (1).

Il procedimento delle mie ricerche fu il seguente:

1°. *Determinazione delle mensole e degli archi in cui va divisa la diga.* — La diga da me presa in considerazione è quella riportata nella fig. 1; gli archi hanno l'altezza di 5 metri ciascuno e sono in numero di 5. Le mensole invece sono in numero di diciotto. In virtù della simmetria della diga, possiamo considerarne soltanto la metà. Gli archi sono indicati con lettere greche α, β, γ, δ, ε, incominciando dall'arco più ampio e procedendo

(1) Cfr. *Rendiconto della undecima riunione dell'associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione.* Torino, V. Bona, 1927.

verso il più basso. Le mensole sono indicate con le lettere dall'a all'i, cominciando da quella all'imposta e procedendo verso quella al centro.

2°. *Determinazione degli spostamenti degli elementi di diga considerati appartenenti alle mensole* e prodotti da carichi unitari applicati ai baricentri dei tronchi costituenti

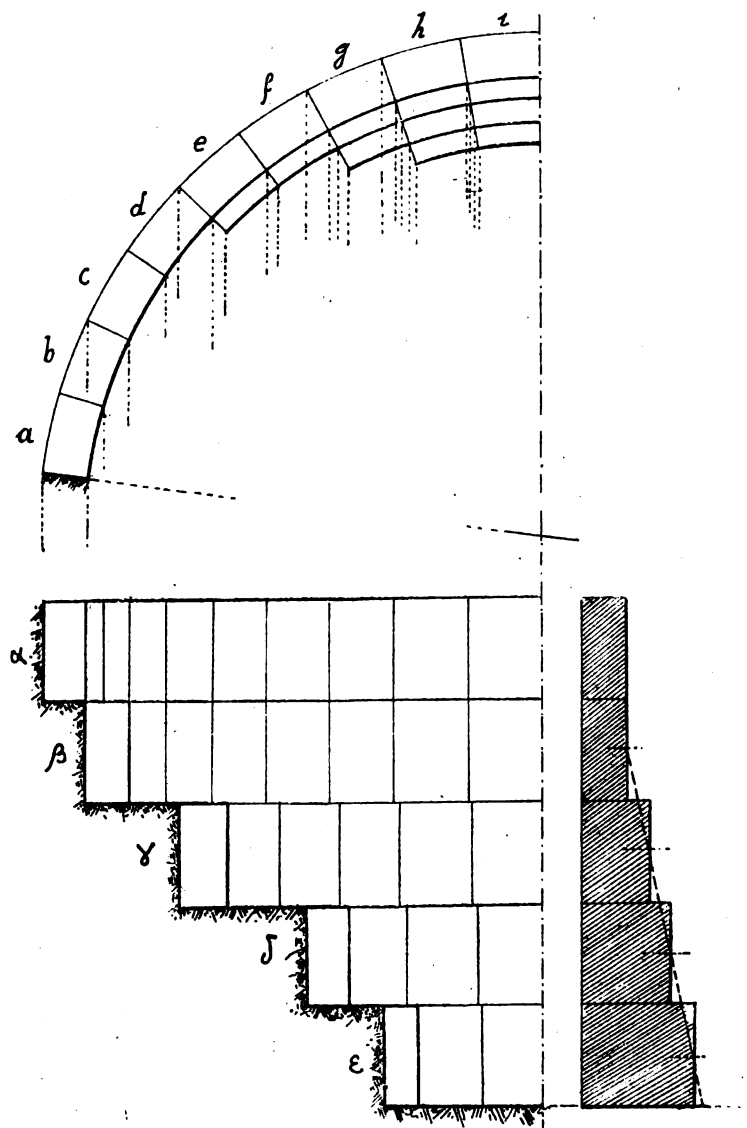



Fig. 1.

una stessa mensola. Abbiamo eseguita questa ricerca mediante il metodo di Mohr, connettendo con un poligono funicolare i diagrammi delle curvature per ogni singola mensola e per le diverse posizioni del carico unitario.

Nella tabella I sono riportati i risultati ottenuti. Indichiamo con la lettera η i vari spostamenti; l'apice indica la mensola cui appartiene il concio considerato; il primo indice rappresenta il concio ove è applicata la forza sollecitante; il secondo indica il concio

del quale si considera la deformazione. Così ad es., $\eta^{h}_{\gamma\beta}$ rappresenta lo spostamento del concio intersezione dell'arco β con la mensola h quando la forza unitaria è applicata al concio intersezione dell'arco γ colla mensola h.

3°. *Determinazione degli spostamenti degli elementi considerati appartenenti agli archi e prodotti da carichi unitari applicati ai baricentri dei tronchi costituenti uno stesso arco.* Abbiamo eseguita questa ricerca con la teoria dell'ellisse di elasticità, la quale ci permise di determinare la reazione d'incastro per i vari archi e per qualsiasi posizione del carico unitario sull'arco considerato; costruendo poi le deformate dei detti archi assoggettati

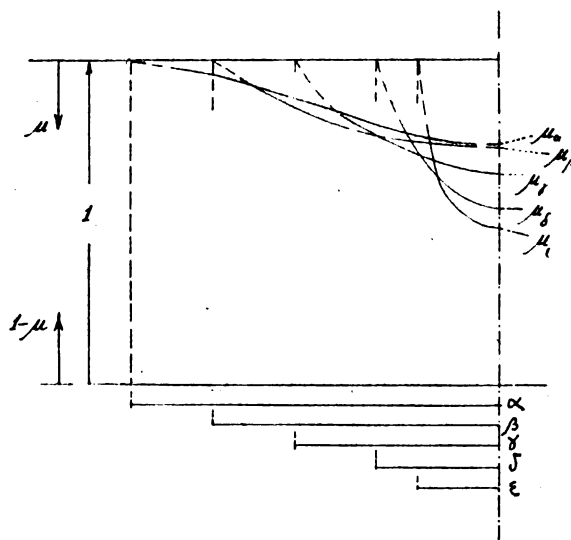



Fig. 2.

ai vari carichi e alle rispettive reazioni, abbiamo ottenuto gli spostamenti δ che ci interessano. Anche qui, ciascuno di questi termini, porta un apice che rappresenta l'arco che si considera, e due indici, il primo dei quali rappresenta il concio sul quale è applicata la forza unitaria e il secondo rappresenta il concio del quale vuolsi trovare la deformazione. Nella tabella II sono riportati i resultati ottenuti.

4°. *Calcolo della spinta idrostatica applicata a ciascun concio.* — Questa ricerca è del tutto elementare e immediata.

5°. *Stesura delle equazioni* per la separazione delle spinte idrostatiche su uno stesso elemento di diga pensato appartenente all'arco ovvero alla mensola.

Con queste equazioni dobbiamo affermare che un dato concio della diga pensato appartenente all'arco e assoggettato a quella parte di spinta idrostatica che la rigidità dell'arco richiama su di esso, deve essere uguale allo spostamento del medesimo concio pensato appartenente alla mensola e assoggettato al rimanente della spinta idrostatica che la rigidità della mensola richiama su di esso.

Indicando con $X_{r\rho}$ la parte di spinta assorbita dal concio intersezione dell'arco ρ con la mensola r, riguardato come appartenente alla mensola r e con Q_ρ la spinta totale

gravante sui conci dell'arco ρ, la equazione che afferma la costanza dello spostamento del concio i dell'arco ρ pensato connesso all'arco ovvero alla mensola, è la seguente:

$$X_{i\alpha}\,\eta^{i}_{\alpha\alpha} + X_{i\beta}\,\eta^{i}_{\beta\alpha} + X_{i\gamma}\,\eta^{i}_{\gamma\alpha} + X_{i\delta}\,\eta^{i}_{d\alpha} + X_{i\varepsilon}\,\eta^{i}_{\varepsilon\alpha} =$$

$$= (Q_\alpha - X_{i\alpha})\,\delta^{\alpha}_{ii} + (Q_\alpha - X_{h\alpha})\,\delta^{\alpha}_{hi} + (Q_\alpha - X_{g\alpha})\,\delta^{\alpha}_{gi} + (Q_\alpha - X_{f\alpha})\,\delta^{\alpha}_{fi} + (Q_\alpha - X_{e\alpha})\,\delta^{\alpha}_{ei} +$$

$$+ (Q_\alpha - X_{d\alpha})\,\delta^{\alpha}_{di} + (Q_\alpha - X_{c\alpha})\,\delta^{\alpha}_{ci} + (Q_\alpha - X_{b\alpha})\,\delta^{\alpha}_{bi} + (Q_\alpha - X_{a\alpha})\,\delta^{\alpha}_{ai}.$$

Abbiamo eseguita la laboriosa determinazione delle incognite X ed abbiamo calcolati i rapporti μ tra le X, relative ad uno stesso arco, e la corrispondente Q.

I resultati sono riportati nella figura 2 ove, assumendo per asse delle ascisse gli sviluppi degli archi, sono tracciate le curve rappresentatrici dei termini

$$1 - \mu_\alpha\,,\; 1 - \mu_\beta\,,\; 1 - \mu_\gamma\,,\; 1 - \mu_\delta\,,\; 1 - \mu_\varepsilon\,.$$

La parte sovrastante a dette curve rappresenta quella componente della spinta unitaria che va applicata alle mensole; la parte sottostante, quella che va applicata agli archi.

I tratti punteggiati si riferiscono a valori alquanto incerti di $\frac{X}{Q}$, essendo forniti da rapporti tra numeri simultaneamente piccolissimi.

TABELLA I.

Mensola	Concio caricato	Spostamenti dei vari conci				
		α	β	γ	δ	ε
i – h	α	65	39	20	9,5	3,5
	β	39	27	15	6,5	2,0
	γ	20	15	9,5	4,5	1,9
	δ	9,5	6,5	4,5	3,0	1,0
	ε	3,5	2,0	1,2	1,0	0,6
g	α	40	19,5	7,5	0,3	
	β	19,5	12,5	4,5	0,21	
	γ	7,5	4,5	2,0	0,12	
	δ	0,3	0,21	0,12	0,03	
f – e	α	22,5	9,5	1,0		
	β	9,5	5,5	0,5		
	γ	1,0	0,5	0,02		
d – c	α	8,5	1,5			
	β	1,5	0,02			
a – b	α	0,15				

TABELLA II.

Archi	Conci sollecitati	Spostamenti dei vari conci								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
α	a – t	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	–0,1	–0,2	–0,3	–0,5
	b – s	0,1	0,3	0,5	0,6	0,4	0,0	–0,6	–1,2	–1,5
	c – r	0,2	0,5	1,0	1,0	0,8	0,5	–0,2	–1,4	–1,9
	d – q	0,3	0,6	1,0	1,3	1,3	1,1	0,5	–1,0	–1,4
	e – p	0,2	0,4	0,8	1,4	1,6	1,6	1,3	0,7	0,3
	f – o	–0,1	0,0	0,5	1,1	1,6	2,0	2,4	2,7	3,0
	g – n	–0,2	–0,6	–0,2	0,5	1,3	2,3	3,3	4,5	5,6
	h – m	–0,4	–1,2	–1,4	–1,0	0,7	2,7	4,5	6,2	7,5
	i – l	–0,5	–1,5	–1,9	–1,0	0,3	3,0	5,6	7,4	8,0
β	c – r			0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	–0,2	–0,4
	d – q			0,1	0,3	0,5	0,5	0,2	–0,4	–0,7
	e – p			0,2	0,5	0,8	1,0	0,9	0,0	–0,4
	f – o			0,2	0,5	1,0	1,4	1,5	1,2	0,6
	g – n			0,0	0,2	0,9	1,5	2,1	2,5	2,6
	h – m			–0,2	–0,4	0,0	1,2	2,5	4,1	5,2
	i – l			–0,4	–0,7	–0,4	0,6	2,6	5,2	7,2
γ	e – p					0,1	0,1	0,0	–0,1	–0,2
	f – o					0,1	0,1	0,2	0,0	–0,1
	g – n					0,0	0,2	0,5	0,6	0,8
	h – m					–0,1	0,0	0,6	1,1	1,6
	i – l					–0,2	0,0	0,8	1,6	2,6
δ	g – n							0,1	0,0	0,0
	h – m							0,1	0,3	0,4
	i – l							0,1	0,4	1,3
ε	h – m								0,0	0,1
	i – l								0,1	0,2

INFORMAZIONI

Le perdite nei prodotti del traffico subite dalle ferrovie inglesi.

Delle quattro grandi Società ferroviarie inglesi, la maggiore, è la L. M. S. R. (*London Midland and Scottish Railway*), che ha in esercizio una lunghezza di circa 11.000 chilometri. Essa ha subito nel 1930 una elevatissima perdita nei prodotti del traffico, circa 5 milioni di sterline. Elevatissima anche in senso proporzionale, poichè le altre tre aziende, misurando insieme uno sviluppo di 19.800 chilometri, hanno perduto complessivamente milioni 5,32 di sterline.

Nell'illustrare agli azionisti i risultati della sua compagnia, il presidente della L. M. S. R. ha voluto paragonarli con quelli avutisi in Germania e negli Stati Uniti. Il paragone è riassunto nel grafico che riproduciamo: vi si vede a colpo d'occhio la variazione percentuale, negli ultimi due anni rispetto al 1928, dei prodotti netti (*net*) e lordi (*gross*) della L. M. S. R. ed anche delle ferrovie americane (*U. S. A.*) e di quelle tedesche (*Germany*).

Andamento proporzionale dei prodotti del traffico negli anni 1928, 1929 e 1930 per le ferrovie tedesche, americane e per la Compagnia inglese L. M. S. R.

Questi tre grandi aggruppamenti ferroviari hanno tutti perduto traffico dal 1928 al 1929; ma la L. M. S. R. ne ha perduto proporzionalmente di meno rispetto agli altri due. Ad ogni modo le perdite di traffico di tutte le ferrovie inglesi appaiono in tutta la loro importanza se si tiene conto anche degli anni precedenti. Da un prodotto complessivo di 188 milioni di sterline nel 1927 si passa, nel 1928, a 179 e successivamente, dopo il lieve rialzo a 181 nel 1929, si è discesi nel 1930 a 170 milioni. Dunque nel 1930 si son perduti più di 10 milioni; ma se si considerano negli ultimi 3 anni, la perdita è stata di circa 18 milioni di sterline. E purtroppo nei primi tre mesi del 1931 le cose sono oltremodo peggiorate: la discesa è continuata e in una proporzione anche maggiore perchè in sole 10 settimane si sono perduti milioni di sterline 3,4.

Per la elettrificazione del tronco Treponti-Tormini della ferrovia Rezzato-Vobarno.

Con Regio Decreto 19 gennaio 1931 n. 146, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del Regno, n. 53, in data 5 marzo c. a., riconosciuto il subingresso della Società anonima Rezzato-Vobarno alla Società Elettrica bresciana in tutti i diritti e gli obblighi inerenti alla concessione della ferrovia Rezzato-Vobarno in dipendenza del contratto 7 novembre 1930-IX, per notaio Bernasconi De Luca di Milano;

è stato approvato e reso esecutivo l'atto aggiuntivo alla convenzione 28 marzo 1896, stipulato il 30 dicembre 1930-IX tra i delegati dei Ministri per le Comunicazioni e per le Finanze, in rappresentanza dello Stato, ed i legali rappresentanti delle Società Ferrovia Rezzato-Vobarno e Tranvie elettriche bresciane per la elettrificazione del tronco Treponti-Tormini della ferrovia Rezzato-Vobarno.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) La multiforme concorrenza alle ferrovie americane.

Notiamo sulla stampa tecnica americana la tendenza ad esaminare la concorrenza esercitata alle ferrovie da un punto di vista generale: non solo dai veicoli automobili, sui quali è forse oggi esclusivamente polarizzata l'attenzione del pubblico, ma anche: *a*) dalla navigazione interna; *b*) dalle condotte (*pipe-lines*) per trasporto di petrolio o gas naturale; *c*) dallo sviluppo degli impianti idroelettrici e dai grandi trasporti dell'energia prodotta, in quanto ne resta indirettamente influenzato il traffico ferroviario del carbone; *d*) dal diffondersi dell'aviazione; dalla navigazione litoranea.

I termini di un'analisi del genere, quale è apparsa sulla *Railway Age* del 21 febbraio ed anche con maggiore ampiezza sul *Mechanical Engineering* del marzo u. s., ad opera del Parmelee, direttore del Bureau of Railway Economics, perdono gran parte del loro valore fuori degli Stati Uniti; ma riescono tuttavia interessanti per l'orientamento generale che consentono in un problema così vasto quale quello della concorrenza. Per fissare le idee, riportiamo dallo studio del Parmelee alcune cifre sintetiche circa l'effetto esercitato sul traffico ferroviario degli Stati Uniti dallo sviluppo dei mezzi concorrenti, negli ultimi anni.

Il traffico merci, misurato in tonnellate-miglia, è aumentato da un totale di 414 bilioni nel 1920 a 450 bilioni nel 1929, con l'aumento durante un decennio del 9 per cento. Il traffico viaggiatori, misurato in viaggiatore-miglia, ha avuto nello stesso periodo una diminuzione da 47 a 32 bilioni, con una riduzione del 34 per cento. Considerando insieme tutto il traffico (e a tale scopo 3 tonnellate-miglia vengono equiparate ad un viaggiatore-miglio), si nota una diminuzione del 2 per cento dal 1920 al 1929. Queste tre percentuali figurano al primo posto della tabella che segue, insieme con i dati relativi allo sviluppo dei mezzi concorrenti alla ferrovia.

	Per cento di Aumento	Per cento di Diminuzioni
Ferrovie		
Traffico merci dal 1920 al 1929	9	
» viaggiatori » »		34
» complessivo » »		2
Mezzi concorrenti.		
Sviluppo delle strade pavimentate dal 1921 al 1929	71	
Carrozze automobili registrate » 1920 » »	180	
Autobus registrati » » » »	825	
Camions » » » »	235	
Tonnellaggio trasportato su fiumi e canali dal 1921 al 1929	110	
Traffico merci sui Grandi Laghi » » » »	92	
» costiero degli Stati Uniti attraverso il Canale di Panama, dal 1921 al 1930	665	
Posta trasportata con areoplani dal 1925 al 1930	3220	
Traffico viaggiatori per via aerea dal 1926 al 1929	2899	
Sviluppo di *pipe-lines* (per petrolio) dal 1920 al 1929	62	
Petrolio trasportato nelle *pipe-lines*, » » » »	117	
Kilowatt-ore prodotte dagli impianti idroelettrici dal 1919 al 1929.	158	

Lo sviluppo delle condotte speciali per petrolio, dette « pipe-lines » (*Le Génie Civil*, 7 marzo 1931).

Con l'aumento verificatosi nella produzione del petrolio, si è avuto un aumento nelle condotte speciali destinate a facilitarne il trasporto.

In origine, il petrolio veniva raccolto presso i pozzi e diretto mediante condotte verso le raffinerie, che erano generalmente poco lontane: i derivati erano poi trasportati mediante carri serbatoî. Più tardi si riconobbe, da una parte, l'opportunità di impiantare le raffinerie lontano dai pozzi (anche perchè questi hanno di massima una vita limitata) e quindi di prolungare le primitive condotte; e dall'altra, la convenienza di adoperare le *pipe-lines* sino ai centri di consumo.

L'impianto di una condotta implica, oltre la linea dei tubi, i serbatoî agli estremi, un'officina per produzione di forza motrice, stazioni di pompatura e di riscaldamento e reti di comunicazione telefonica e telegrafica.

Negli Stati Uniti esistono già 200.000 Km. di condotte del genere e circa altri 8000 Km. ne sono in costruzione. Fuori di quel paese si hanno *pipe-lines*:

in	Russia	per	circa	Km.	1420
»	Colombia	»	»	»	535
»	India	»	»	»	440
nel	Canadà	»	»	»	570
in	Persia	»	»	»	235
a	Giava	»	»	»	170

Sembra meno costoso trasportare l'essenza della California con battelli-cisterne, indi per condotte sino ad alcuni punti dell'est degli Stati Uniti, anzichè spedire l'essenza dal centro del paese agli stessi punti mediante carri-serbatoî. È facile farsi un'idea del danno che produrrebbe alle ferrovie il generalizzarsi di un tale sistema, quando si tenga presente che negli Stati Uniti sono ora in servizio 275.000 carri-serbatoî.

(B. S.) Per il calcolo delle condotte di petrolio, dette « pipe-lines » (*Mechanical Engineering*, ottobre 1930).

Segnaliamo il riassunto, pubblicato dall'ottima rivista americana, di una memoria di G. Heltzel sulle condizioni in cui si verifica il moto dei fluidi di viscosità molto diverse entro le condotte.

In questo studio si richiamano i precedenti lavori sull'argomento e si espongono le indagini sperimentali svolte dall'Istituto tecnologico del Massachussetts. Si dànno infine le formole utili per il calcolo delle *pipe-lines* nelle diverse condizioni che si incontrano nella pratica.

Nuovi ponti in ferro saldati. (*Le Génie Civil*, 14 febbraio 1931).

L'applicazione della saldatura per le costruzioni metalliche, di cui la nostra Rivista si è già occupata (1), va estendendosi continuamente nel campo dei ponti ferroviari (2), sia per costruzioni a nuovo, sia per rinforzi: tra questi notevole il caso di un importante ponte ferroviario in America (3).

Durante il biennio 1929-1930 sono stati ultimati in Europa tre ponti saldati. Il primo situato a Louèche, in Svizzera: è un ponte per strada ordinaria, di 37 metri di lunghezza, costituito da due

(1) « La saldatura nelle costruzioni metalliche »; 15 giugno 1927, pag. 291.

(2) « Il primo ponte in ferro saldato elettricamente »; 15 settembre 1929, pag. 128; « Ponte sperimentale di ferro saldato completamente all'arco elettrico »; 15 settembre 1930, pag. 160.

(3) « L'uso della saldatura elettrica per il rinforzo dei ponti in ferro »; pag. 282.

travi principali a traliccio distanti m. 4,50 l'una dall'altra, e che portano un tavolato di cemento armato della larghezza di m. 5, limitato da ogni lato da due marciapiedi da m. 0,50. Le saldature sono state eseguite mediante elettrodi alimentati a corrente alternata. Il secondo ponte, ferroviario, si trova anche in Svizzera, a Bienne; ha la portata di m. 52; le saldature sono state eseguite anche con elettrodi a corrente alternata. Il terzo ponte, ferroviario, ha la portata di m. 10, ed è stato costruito dalle Ferrovie germaniche. Esso è ampiamente descritto in un articolo del Bernhard nella *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* del 30 agosto. L'A. esamina particolarmente i punti che differenziano la costruzione del nuovo ponte da quella dei ponti normali chiodati e descrive le prove a cui l'opera fu sottoposta. Lo studio termina con alcune conclusioni generali sui ponti saldati, in base alle esperienze fatte su quelli fino ad oggi costruiti.

(B. S.) Carri speciali per il trasporto e lo scarico meccanico delle rotaie da m. 24 di lunghezza (*Revue universelle des transports et des communications*; 2° semestre 1930, n. 111).

Fin dal 1928 sono utilizzati in Francia, sulle linee della Compagnia della Ferrovia del Nord, due carri speciali destinati al trasporto, a grande velocità, delle rotaie normali da 24 m., del peso di 46 Kg. per ml., dai magazzini della rete ai cantieri di rinnovamento, o viceversa.

Ogni carro (vedi fig. 1) comprende:

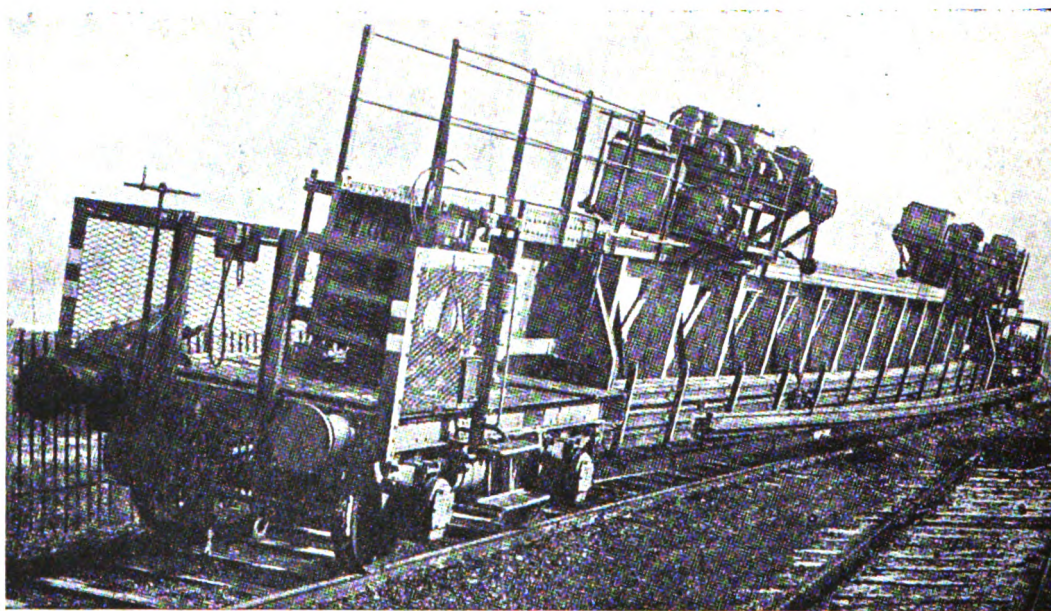



Fig. 1. – Vista d'insieme del carro speciale per trasporto e scarico di rotaie.

1) Una trave in acciaio, della lunghezza di m. 30,96, poggiante alle due estremità su due carrelli, e munita di mensole destinate a ricevere le rotaie;

2) Gli organi meccanici-elettrici per la manipolazione delle rotaie.

A) *Trave e carrelli.* — La trave è a traliccio a croce di Sant'Andrea; le estremità (vedi fig. 2) sono costituite da cassoni che riposano sui carrelli con l'intermediario di un pernio d'acciaio. Le molle che si vedono in figura servono a limitare le oscillazioni verticali e orizzontali delle estremità della trave durante il trasporto. La tavola superiore della trave è sistemata alle due

estremità a piattaforme, che portano gli organi meccanici ed elettrici per la manipolazione delle rotaie.

Le principali caratteristiche del carro sono le seguenti:

Lunghezza totale tra i respingenti	m.	36,030
Distanza tra i pernî dei carrelli	»	30 —
Interasse di ciascun carrello	»	3 —
Diametro delle ruote	»	0,955
Altezza massima del carro	»	4 —

B) *Organi meccanici-elettrici.* — La parte meccanica comprende:

Due verricelli elettrici doppi per il sollevamento e due per lo spostamento trasversale dei carichi. Ciascuno di questi meccanismi a fune è munito di un dispositivo di imbracamento e di

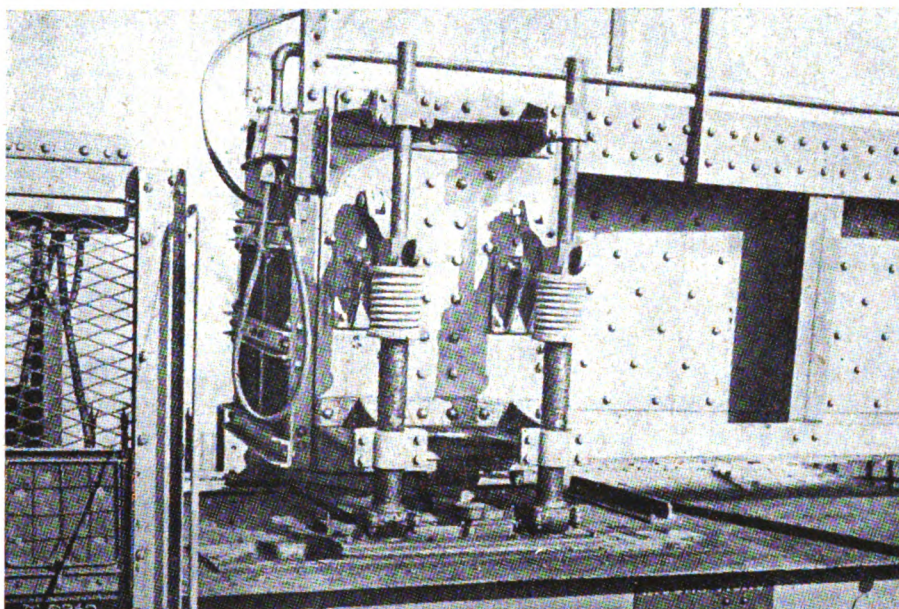



Fig. 2. – Fissaggio di una delle estremità della trave principale su un carrello con il dispositivo di sospensione elastica.

uno per la frenatura automatica, per evitare la discesa accidentale del carico. I dispositivi di comando sono combinati in modo che la manovra possa essere effettuata solo da una delle piattaforme.

Le rotaie vengono sollevate e scaricate a gruppi di tre mediante bilancini sospesi all'estremità dei cavi. Ogni verricello doppio è azionato da un motore elettrico, di tipo chiuso, con isolamento speciale, potenza 5 Cav., velocità 1000 giri al 1', con riduttore di velocità e freno elettromagnetico.

Per lo spostamento laterale del carico vi è un motore di tipo analogo al primo, però della potenza di 3 Cav. I motori sono alimentati a corrente continua, 110 Volt, fornita da un gruppo elettrogeno istallato in un carro coperto che si deve intercalare tra i due carri speciali.

Altri dati interessanti risultano dalla seguente tabella:

Carico massimo del carro: 24 rotaie da m. 24: da Kg.-ml. 46.	Kg.	26.500
» » per asse, compreso il peso morto, contando 9 tonn. per carrello	»	18.000
» » » verricello: 3 rotaie	»	3.300

Potenza massima occorrente	Kw.	6,5
Corsa verticale delle tenaglie di sostegno delle rotaie	m.	2,15
» orizzontale » » » » » »	»	0,70
Velocità di sollevamento o di abbassamento delle tenaglie col carico massimo	m.	5-min.
Velocità di spostamento trasversale delle tenaglie col carico massimo	»	5- »

L'insieme dei due carri speciali porta le guide necessarie per m. 576 di binario.

(B. S.) La seconda conferenza internazionale per le tabelle delle costanti fisiche del vapor d'acqua. (*Schweizerische Bauzeitung*, 14 febbraio 1931).

La nostra Rivista(1) ha già riferito i risultati della prima conferenza internazionale, tenutasi a Londra nel 1929, allo scopo di stabilire le nuove tabelle delle costanti fisiche del vapor d'acqua rese necessarie dall'aumentato valore delle pressioni e delle temperature adottate nelle macchine a vapore.

La seconda conferenza ha avuto luogo a Berlino. Come nella prima, si è formata una piccola commissione, incaricandola di migliorare i dati delle tabelle già stabilite (riportate nell'articolo citato in calce) e di aggiungere nuovi valori. Come conclusione dei lavori della commissione, si poterono riformare alquanto le tabelle, sulla base dei risultati di nuove esperienze, sulle quali i vari sperimentatori presentarono anche brevi relazioni. Così vennero aggiunti i dati relativi alle temperature di 275°C. e 325°C. per il vapore d'acqua saturo; e quelli relativi al volume specifico e al calore totale di vaporizzazione del vapore d'acqua surriscaldato, per le temperature di 150, 250 e 350°C. Con ciò si può dire che le tabelle sono completate in modo tale da poter servire all'uso pratico nella nuova tecnica delle macchine a vapore.

Rimangono sempre i gradi di approssimazione adottati, che non si sono voluti restringere; essi rimarranno immutati finchè i risultati di nuove esperienze avranno messo d'accordo i vari sperimentatori su dati uniformi.

D'altra parte, le approssimazioni ottenute sono più che sufficienti per l'uso corrente. Si rammenta poi (come risulta, del resto, dalle tabelle a suo tempo pubblicate) che esistono già grandezze accertate senza tolleranze, e cioè il calore totale del vapore d'acqua saturo a 0°C., che è stato assunto uguale a 0; e la pressione del vapore saturo a 100°C., che, in relazione alle prescrizioni per stabilire la scala internazionale delle temperature, è stata fissata per definizione uguale a $1{,}01325 \cdot 10^6$ Dyn.-cmq.(= 1,0332 Kg.-cmq.).

L'uso degli accumulatori di vapore nelle centrali elettriche (*Le Génie Civil*, 30 agosto e 6 settembre 1930).

Uno dei problemi di più difficile soluzione negli impianti per produzione e distribuzione di energia elettrica è quello di superare in modo economico i periodi di punta che si verificano nelle richieste, ed è pure noto come diverse siano le soluzioni adottate nei vari casi pratici. Nella centrale termica di Hell-Gate a New-York si è provveduto con turbine a vapore capaci di sovraccarichi molto elevati; nelle centrali di Amburgo e in alcune di Berlino sono stati impiantati motori Diesel di riserva, i quali vengono rapidamente messi in azione al momento delle punte; nell'impianto idroelettrico di Rocky-River nel Connecticut e in qualche altro, peraltro di poca importanza, in

(1) Vedi: « Per le più alte pressioni e temperature del vapor d'acqua », 15 ottobre, 1930.

Italia, nella Svizzera ed in Germania si è adottato il sistema di fare funzionare costantemente la centrale con la potenza media assorbita dalla rete, utilizzando il di più disponibile nelle ore morte per fare agire alcune pompe che mandano l'acqua in serbatoi sopraelevati, dai quali nelle ore di punta, mentre le pompe restano ferme, l'acqua viene scaricata per far funzionare speciali turbine idrauliche con le corrispondenti generatrici elettriche.

Da qualche tempo per la soluzione del problema si adoperano anche accumulatori di vapore, apparecchi il cui funzionamento è fondato sul fenomeno che la diminuzione di pressione provoca, in una massa d'acqua contenuta in un recipiente chiuso, uno sviluppo di vapore con conseguente abbassamento della temperatura, mentre, se nel recipiente si introduce vapore a più alta pressione, si verifica la parziale condensazione del vapore stesso con elevazione della temperatura dell'acqua. In tal modo, grazie al grande calore specifico di questo liquido, si può giungere ad accumulare entro una determinata massa d'acqua in pressione una rilevante quantità di calore. La centrale che utilizza questo mezzo di accumulazione viene ad esser divisa in due parti distinte: l'una serve esclusivamente pel carico cosiddetto di base o carico normale, mentre l'altra produce unicamente l'energia necessaria per superare le punte. Le caldaie della centrale sono costruite per fornire la sola potenza media, funzionano sempre a regime costante, al massimo del loro rendimento, e alimentano direttamente le turbine di carico normale che perciò funzionano anch'esse a potenza costante. Durante le ore morte l'eccesso di vapore prodotto dalle caldaie è assorbito dalle batterie degli accumulatori, le quali nei periodi di punta funzionano da generatori di vapore grazie al calore precedentemente accumulato e alimentano speciali turbine, dette perciò turbine di punta.

Chiariti questi concetti fondamentali, l'articolo del *Génie Civil* illustra appunto i più interessanti impianti per l'accumulazione del vapore che sono stati realizzati negli ultimi tempi.

La tecnica delle fondazioni (Ing. prof. Luigi Santarella, Milano, Hoepli).

Le fondazioni rappresentano sempre un'opera in cui si rivela la coscienza dell'ingegnere, sia quando si tratti di stabilirne il sistema, sia quando occorra eseguire un progetto studiato in tutti i particolari dopo un'indagine accurata del terreno. Si tratta di un'opera che è soltanto parte di una costruzione; ma parte essenziale, in quanto ogni sua deficienza, anche piccola, si ripercuote fatalmente sulle sorti di tutto l'insieme. D'altronde, ogni riparazione di questa parte così essenziale richiede spese e cautele di gran lunga maggiori di quelle che spesso furono stoltamente risparmiate in sede di costruzione e che tale riparazione, dopo un tempo più o meno lungo, hanno reso necessaria.

Detto questo, sarebbe superfluo insistere sull'importanza del nuovo volume del prof. Santarella, se non si volessero porre in luce i criteri cui egli si è ispirato nell'allestirlo.

La prima parte si occupa del terreno di fondazione trattando, in sei capitoli, della distribuzione delle pressioni e delle prove di carico, e studiando poi, dei terreni, la classificazione, la resistenza e le caratteristiche fisiche.

La seconda parte, formata di altri sei capitoli, illustra i vari sistemi di fondazione. Distingue le fondazioni in idrauliche e su terreno asciutto; considera separatamente le prime, secondo che sia praticato o meno il prosciugamento; studia con tutta la desiderabile ampiezza il consolidamento del terreno, le palificazioni, le fondazioni pneumatiche.

Data la vastità della materia, l'autore ha rinunziato a quelle trattazioni che non potevano avere se non un valore storico; ma si è soffermato a lungo su metodi, apparecchi ed esempi interessanti e moderni.

Non manca la parte teorica; ma è limitata a quel tanto che rappresenta la giustificazione dei calcoli e delle verifiche necessari nella pratica. In argomenti di grande interesse culturale per l'in-

gegnere, come, ad es., quello della distribuzione dei carichi nel terreno, la teoria si limita a pochi cenni chiari ed esaurienti, corredati di tutti i desiderabili riferimenti bibliografici. I cenni teorici, quel che più importa, sono accompagnati dalle necessarie riserve, sempre quando i risultati ottenuti non si possano ritenere definitivi od anche non siano di ben precisa applicabilità.

E si aggiunga che di avvertenze e suggerimenti di lodevole prudenza il volume è molto ricco. Se si descrive un metodo semplicistico per determinare sperimentalmente la resistenza massima unitaria di un terreno di fondazione, si avverte subito che si tratta di un procedimento poco sicuro ed indeterminato. Se si illustrano i numerosi modi di impiegare il cemento armato per le fondazioni, non si manca di avvertire che una struttura del genere è sensibile alla più piccola irregolarità di cedimenti imprevisti.

Le caratteristiche di questa nuova pubblicazione dell'ing. Santarella ne rivelano chiaramente l'intento di giovare alla sana pratica costruttiva in una materia così delicata. L'utilità del libro è accresciuta da alcuni particolari di presentazione grafica — come i due corpi di carattere, grande e piccolo, e la ricchezza di figure costruttive e disegni schematici — che hanno un'importanza grandissima in opere del genere, in quanto le rendono di facile consultazione, facendo risparmiare un tempo prezioso.

Concorso a premi dell'Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul lavoro.

È aperto il concorso nazionale per un apparecchio meccanico ideato e costruito in Italia per praticare la respirazione artificiale in tutti i casi di morte apparente per asfissia da gas, annegamento, fulminazione da corrente elettrica, ecc.

1. L'apparecchio dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a) Dovrà essere manovrabile a mano e tale da riprodurre i movimenti indispensabili e fisiologici per ottenere la massima efficacia nel praticare la respirazione artificiale, suscettibile di applicare prevalentemente e indifferentemente i metodi Silvester e Schaeffer, praticati a mano.

b) Dovrà avere la forma di lettino barella in modo che il paziente possa esservi adagiato e trasportato senza che la manovra della respirazione artificiale possa subire interruzioni.

c) Dovrà essere di costruzione semplice, robusta e preferibilmente in metallo leggero, di rapido trasporto e di facile manovra e facilmente smontabile.

2. Gli apparecchi verranno esaminati e provati da apposita Commissione tecnica nominata dall'A. N. P. I.

3. Per tale concorso l'Associazione mette a disposizione della Commissione la somma di lire 10.000 da suddividere in un primo premio di L. 6000 per l'apparecchio prescelto, e in altri due premi di incoraggiamento l'uno di L. 2500, l'altro di L. 1.500.

4. Gli apparecchi devono essere presentati alla Direzione Generale dell'Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro entro il 30 giugno 1931.

5. L'apparecchio prescelto sarà permanentemente esposto nella Esposizione Permanente di Sicurezza e Igiene del Lavoro presso l'A. N. P. I.

Concorso a premi dell'Associazione Nazionale Fascista fra gli Industriali Metallurgici Italiani.

Questo Sodalizio, allo scopo di incrementare gli studi e le ricerche di metallurgia e metallografia in Italia, bandisce un concorso a premi per le tre migliori memorie inedite che cittadini italiani invieranno alla Redazione de *La Metallurgia Italiana* entro il 31 dicembre 1931-X.

I premi istituiti sono i seguenti:

1. L. 5000 per la migliore memoria di metallografia o resistenza di materiali.
2. L. 5000 per la migliore memoria di tecnologia siderurgica.
3. L. 5000 per la migliore memoria di chimica metallurgica.

La Commissione giudicatrice è costituita dai Signori: ing. Fausto Bondolfi, ing. Giovanni Falck, prof. dott. Federico Giolitti, S. E. Parravano prof. Nicola, ing. Agostino Rocca, comm. ingegner dott. prof. Giulio Sirovich.

La Commissione avrà il diritto di proporre anche altre memorie, giudicate meritevoli, per ulteriori premi in denaro o per altre eventuali distinzioni.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

[8728] « GRAFIA » S. A. I. Industrie Grafiche – ROMA, via Ennio Quirino Visconti, 13-A

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

APRILE 1931 - IX

PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1931 385 . 072 (.45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 49.

Ing. dott. GIACOMO FORTE. La recente riforma nella Sezione ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, pag. 5, fig. 20, tav. 1.

1931 621 . 332 . 3

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 64.

Dott. ing. L. PONTECORVO. Sistema autocompensato di linea di contatto a catenarie incrociate nella elettrificazione delle ferrovie basche, pag. 22, fig. 31.

1931 385 . (092

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 86.

La morte di Kalmann Von Kando.

1931 656 . 213 (.44)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 63 (Informazioni).

Lo sviluppo dei raccordi ferroviari sulle grandi reti francesi.

1931 669 . 1 (05)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 85 (Informazioni).

Il primo bollettino trimestrale della Società anonima nazionale « Cogne ».

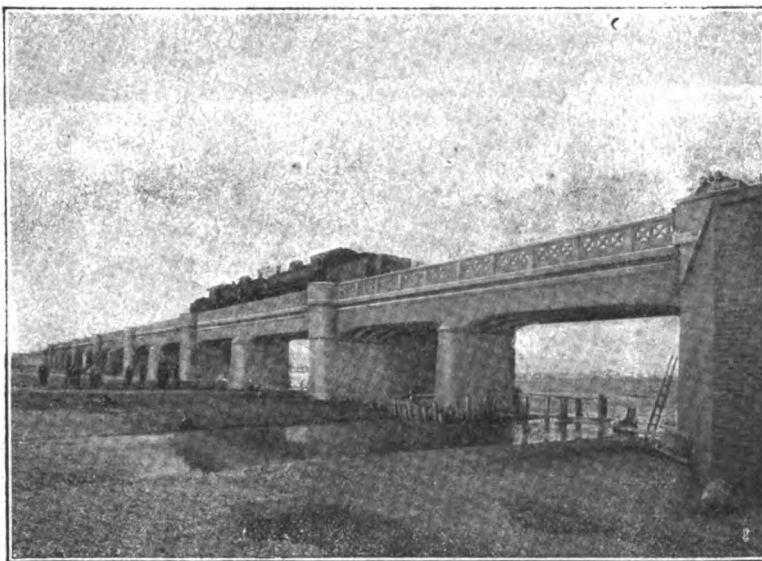
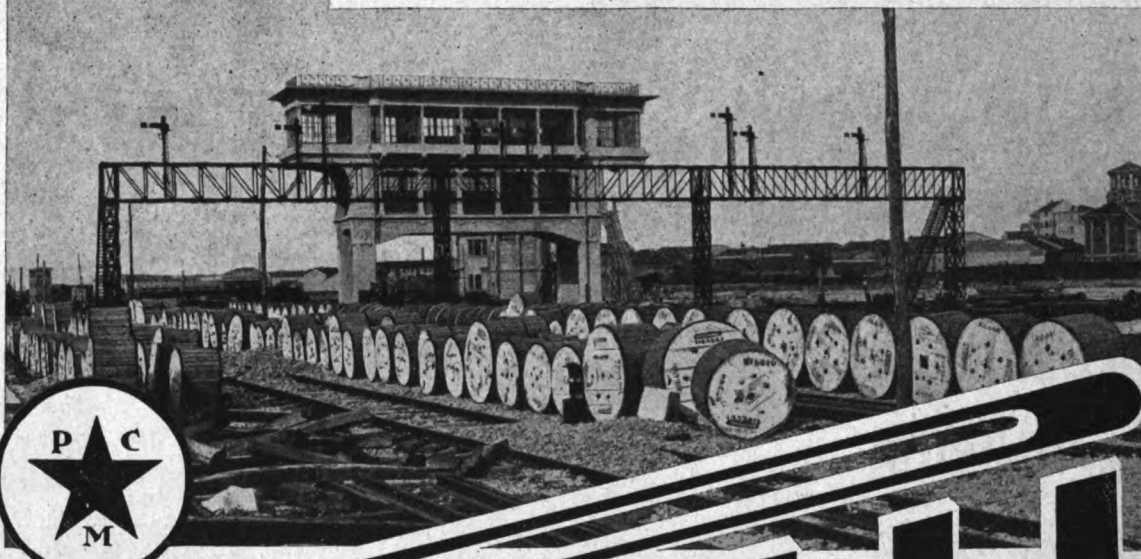
1931 519

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 88 (Libri e riviste).

Rappresentazione delle leggi empiriche con formule approssimate.

1931 624 . 192

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 88 (Libri e riviste).

Il nuovo valico ferroviario dello Stelvio, pag. 3.

WESTINGHOUSE
IMPIANTI DI SEGNALAMENTO
170.000 metri di cavi multipli
1140 leve di manovra in
7 cabine
NUOVA STAZIONE VIAGGIATORI DI MILANO
INTERNO CABINA A
P C M
PIRELLI
P C M

1931 621 . 332 . 3

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 21 (Libri e riviste).

L'impiego delle rotaie nella palificazione delle linee di contatto.

1931 691 . 3

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 febbraio, pag. 92 (Libri e riviste).

Lo studio di una nuova variabile per la resistenza dei calcestruzzi. L'ordine di successione seguìto nell'introdurre i diversi componenti nella mescolatrice.

L'Ingegnere

1931 621 . 311 . 1 (. 45)

L'Ingegnere, febbraio, p. 84.

E. Corbino. L'industria elettrica in Italia, p. 9.

L'Energia Elettrica

1931 621 . 316 . 9

L'Energia Elettrica, febbraio, p. 114.

M. Artini. Alcuni dati statistici e sperimentali sui fenomeni di origine atmosferica nelle linee aeree e sugli effetti dei fili di guardia, p. 12, fig. 20.

1931 313 : 621 . 311 . 1

L'Energia Elettrica, febbraio, p. 134.

H. Leuch. La continuità del servizio al lume della statistica, p. 12, fig. 26.

1931 313 : 621 . 33 (. 45)

L'Energia Elettrica, febbraio, p. 146.

F. Fiorentini. Dati statistici sulle ferrovie elettriche italiane concesse all'industria privata, p. 12.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1931 385 . (06 . 112

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 1.

Onzième session, Madrid: 5 au 15 mai 1930. Compte rendu général des discussions en sections et en séances plénières (2° Section: Traction et matériel), pag. 2.

1931 621 . 132 . 8

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 3.

Locomotives de types nouveaux; en particulier, locomotives à turbines et locomotives à moteurs à combustion interne. (Question V, II Session). Discussion, pag. 27.

1931 621 . 134

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 30.

Perfectionnements des locomotives à vapeur à piston. (Question VI, II° Session). Discussion, p. 7

1931 621 . 335

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 37.

Locomotives électriques pour la grande traction. (Question VII, II° Session). Discussion, pag. 32.

1931 625 . 23

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 69.

Voitures entièrement métalliques. Comparaison avec les voitures en bois (Question VIII, II° Session), pag. 18.

1931 621 . 132 .8

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 87.

LIPETZ A. Locomotives de types nouveaux; en particulier, locomotives à turbines et locomotive à moteurs à combustion interne (Question V, IIº Congrès). Supplément à l'exposé n. 4 (Amérique), pag. 19 tav. 3, fig. 7.

1931 621 . 138 . 2 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 106.

Installation de chargement du charbon sur les locomotives, « London & North Eastern Railway », pag. 5, fig. 4.

1931 625 . 246 (.42

Bull. dd Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 111.

Wagon-frein de 20 tonnes, avec caisse en béton armé, du « London & North Eastern Railway », pag. 2, fig. 5.

1931 385 . (06 . 111

Bull. du Congrès des ch. de fer, gennaio, p. 113.

Documents officiels de la Commission permanente de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer. Réunion du 18 octobre 1930 de la Commission permanente, pag. 4.

Revue Générale des Chemins de fer

1931 621 . 335

Revue Générale des Chemins de fer, febbraio, p. 147.

BERGERET. Les locomotives électriques pour trains de marchandises de la Compagnie P. L. M., p. 48, fig. 39.

1931 621 . 144 . 6

Revue Générale des Chemins de fer, marzo, p. 303.

TETTELIN. Note sur une substitution de voies principales avec engins mécaniques, p. 9, fig. 9.

Le Génie Civil

1931 624 . 012 . 4

Le Génie Civil, 31 gennaio, p. 109.

G. GARAT. Etudes des viaducs à travées variables en béton armé sur appuis en maçonnerie, p. 5, fig. 10.

1931 624 . (43)

Le Génie Civil, 7 febbraio, p. 139.

Pont en béton armé à armature rigide sur l'Ammer, près d'Echelsbach (Allemagne), p. 2, fig. 6.

1931 621 . 144 . 6

Le Génie Civil, 14 febbraio, p. 166.

L'emploi d'engins mécaniques pour la substitution des voies ferrées principales, p. 1, fig. 1.

1931 691 . 3

Le Génie Civil, 21 febbraio, p. 189.

M. BERENGIER. La pervibration. Nouveau procédé de serrage du béton, p. 3, fig. 6.

Bulletin technique de la Suisse Romande

1931 625 . 1 : 669 . 791

Bulletin technique de la Suisse Romande, 10 gennaio, p. 2.

J. BOLOMEY. Note sur les coulées du Saint Barthélemy et la possibilité de les combattre, p. 4, fig. 8.

Arts et métiers

1930 669 . 71

Arts et métiers, dicembre, p. 486.

L'usinage du duralumin, p. 3 ½.

1930 621 . 18

Arts et métiers, dicembre, p. 498.

J. SENTENAC. La chaudière à vapeur de mercure de 20.000 c. v. ,p. 9.

1931 621 . 432

Arts et métiers, gennaio, p. 14.

DOMBROVSKI. La suralimentation des moteurs à combustion, p. 4 ½, fig. 3.

1931 621 . 315 . 66

Arts et métiers, gennaio, p. 24.

J. LACHAISE. Le poteau de ligne léger et le poteau de ligne économique en béton armé, p. 8, fig. 12.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift

1931 621 . 33

Elektrotechnische Zeitschrift, 8 gennaio, p. 50.

Die Kriterien wirtschaftlichtster Geschwindig keiten bei elektrischen Bahnen, p. 1, fig. 3.

Schweizerische Bauzeitung

1931 621 . 24

Schweizerische Bauzeitung, 28 febbraio, p. 99.

C. COLOMBI. Aubages de type Parsons à diamètre moyen constant, p. 4, fig. 11.

1931 624 . 2

Schwezerische Bauzeitung, 14 marzo, p. 129.

Internationalen Wettbewerb für die Dreirosenbrücke über den Rhein in Basel, p. 6, fig. 22 (continua).

Zeitschrift des Osterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines

1931 624 . 131

Zeitschrift des Osterr. Ingenieur und Architekten-Vereines, 6 marzo, p. 59.

O. J. HERZ. Zugwiderstand eines Mastfundaments und Scherfestigkeit des Lehmbodens, p. 3, fig. 6.

1931 669 . 14

Zeitschrift des Osterr. Ingenieur und Architekten-Vereines, 6 marzo, p. 61.

R. HANEL. Die Entwicklung der rostsicheren Stähle, p. 2, fig. 7.

LINGUA INGLESE

The Railway Engineer

1931 621 . 143 . 2

The Railway Engineer, marzo, p. 86.

The heat treatment of rails, p. 1.

1931 621 . 335 . 6 e 625 . 174

The Railway Engineer, marzo, p. 90.

A high-powdered rotary snow plough, p. 2, fig. 2.

1931 621 . 133 . 714

The Railway Engineer, marzo, p. 92.

The new Gresham feed water heater for locomotives, p. 1, fig. 2.

1931 662 . 62 : 620 . 192

The Railway Engineer, marzo, p. 99.

H. N. BASSETT. Spontaneous combustion and deterioration of coal in storage, p. 2.

Engineering

1931 620 . 13

Engineering, 27 febbraio, p. 309.

A. H. WARING. The possible efficiency of recent locomotives.

1931 621 . 181 . 65

Engineering, 27 febbraio, p. 311.

JAROSLAV HARLICEK. Researches on high-pressure steam in Czechoslovakia and the economical outlook for high-pressure plants, p. 2, fig. 5.

1931 621 . 791 . 052 : 669 . 14

Engineering, 6 marzo, p. 322.

O. BONDY. The application of welding to steel constructional work in Germany, p. 2, fig. 17.

Mechanical Engineering

1931 620 . 193 . 5

Mechanical Engineering, marzo, p. 197.

P. G. MCVETTY. Creep of metals at elevated temperatures, p. 3, fig. 1.

1931 621 . 831

Mechanical Engineering, marzo, p. 207.

R. V. BAUD e E. HALL. Stress cycles in gear teeth, p. 4, fig. 8.

1931 620 . 156 : 621 . 1

Mechanical Engineering, marzo, p. 211.

R. E. PETERSON. Fatigue tests of model turbo-generator rotors, p. 5, fig. 10.

1931 621 . 18

Mechanical Engineering, marzo, p. 216.

Stresses in boiler and superheater tubes, p. 2, fig. 3.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

CONDIZIONI D'ABBONAMENTO

Abbonamento annuo: pel Regno L. 72 - per l'Estero L. 120

Per tutti i funzionari, impiegati, od agenti, *non Ingegneri,* appartenenti al Ministero dei Lavori Pubblici (Ufficio Speciale delle Ferrovie) o all'Amministrazione Ferroviaria dello Stato o ad una delle Societa od Enti aventi concessioni od esercizi di ferrovie o tramvie in Italia, viene fatto un *abbonamento di favore* a L. 36.— all'anno.

Tariffa degli Annunci

SPAZIO	6 VOLTE	12 VOLTE
1 Pagina	1100	2000
1/2 Pagina	800	1500
1/4 di Pagina	500	900
1/8 di Pagina	350	650

Nella 2ª e nella 4ª pagina della copertina il prezzo aumenta del 25 %.

Riduzione del 10 % in omaggio alle Direttive del Governo Nazionale

Anno XX – Vol. XXXIX – N. 5. RIVISTA MENSILE Roma, 15 Maggio 1931 (Anno IX).

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all' Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 50-368

SOMMARIO

Annata XX. - Vol. XXXIX. **15 maggio 1931. (Anno IX) - N. 5**

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

L'elettrificazione della linea Spezia-Livorno

Redatto dall'ing. dott. CORRADO MONTANARI

Ispettore Capo Superiore, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni

(Vedi Tav. X, XA, XB e XI fuori testo)

Riassunto. — Nell'articolo è descritto l'impianto di elettrificazione della linea Spezia-Livorno eseguito col sistema trifase a bassa frequenza. La descrizione è illustrata da fotografie, schemi e disegni degli impianti.

L'esercizio elettrico sulla linea, oggetto dell'articolo, fu inaugurato il 28 ottobre 1926.

Con Decreto Ministeriale 1 del 23 luglio 1920 venne approvata la elettrificazione della linea Genova-Spezia-Pisa a sistema trifase F. S. alta tensione (4000 Volta) compresa nel programma del R. Decreto Legge n. 597 del 2 maggio 1920 per l'applicazione della T. E. sulle linee ferroviarie esercitate dallo Stato.

I relativi lavori vennero progettati dal Servizio Lavori e Costruzioni ed eseguiti, per il tratto Genova-Spezia (esclusa) dall'Ufficio Elettrificazione di Genova e per il tratto Spezia-Pisa, dall'Ufficio Elettrificazione di Livorno.

Con Decreto Ministeriale 9 febbraio 1921, venne aggiunto il tronco Pisa-Livorno al gruppo di linee da elettrificarsi subito col sistema trifase, limitato al sud della trasversale Pisa-Firenze-Faenza.

Fonti di energia. — L'energia per la Genova-Livorno doveva essere fornita in parte dalla Centrale Termica di Torre del Lago, della Soc. Torbiere d'Italia, e in parte dalle Centrali dell'Ozola della Soc. Adamello.

La Centrale di Torre del Lago, con 3 turbo-alternatori da 6250 KVA ciascuno, dei quali uno di riserva, iniziò la fornitura alle Ferrovie nel febbraio 1925, ma cessò di funzionare il 18 agosto 1927, dopo avere fornito 47.988.845 KWO dei quali 29.883.462 a torba e 18.105.383 a carbone.

Lo sfruttamento della torba, estratta dal padule di Massaciuccoli, per la produzione del solfato di ammonio usato come fertilizzante e residualmente come combustibile per l'azionamento della centrale elettrica, non tornava conveniente per la sopravvenuta diminuzione del prezzo nel mercato del solfato di ammonio, mentre il solo esercizio della Centrale elettrica non sarebbe riuscito rimunerativo per la povertà del combustibile ed i forti interessi del capitale d'impianto, senza considerare che la Centrale non poteva marciare a torba nei mesi invernali a causa dell'impraticabilità del padule e conseguente impossibilità dei trasporti della torba, quando invece proprio, e soltanto in questi mesi, detta centrale poteva essere utile integrazione delle magre invernali alpine.

Cessato il funzionamento della centrale di Torre del Lago, l'energia per la Genova-Livorno continuò ad essere fornita dalle centrali dell' Ozola (che la consegnano a 60 KV

alla sottostazione elettrica di Spezia), dalla rete primaria ligure-piemontese (mediante la primaria a 60 KV Busalla-Sestri-Spezia); dalle centrali dell'Appennino presso Bagni della Porretta, nonchè attraverso l'allacciamento primario 60 KV Vaioni-Torre del Lago dalla sottostazione di Bologna (S. Viola) che converte l'energia a frequenza industriale fornita dalla Interregionale e dall'Adriatica ed infine, nei mesi di magra, delle centrali alpine. La riserva è fatta dalla Centrale Termica di Livorno-Porto della Soc. Ligure Toscana di Elettricità. In quest'ultima centrale è stato all'uopo installato un gruppo convertitore 50 periodi-16 periodi da 8600 KVA ed una doppia terna primaria a 60 KV, allaccia detta centrale alla rete primaria F. S. nella sottostazione elettrica di Livorno.

Linee primarie e sottostazioni di trasformazione. — Per la elettrificazione della linea Genova-Pisa si è previsto il prelievo dell'energia elettrica da parte della rete primaria ligure-piemontese mediante due linee primarie alla tensione normale di 60.000 Volt con percorso fuori sede ferroviaria da Busalla a Spezia Migliarina ed in sede ferroviaria da Spezia Migliarina a Pisa, utilizzando in quest'ultimo tratto i sostegni anche per la linea di contatto.

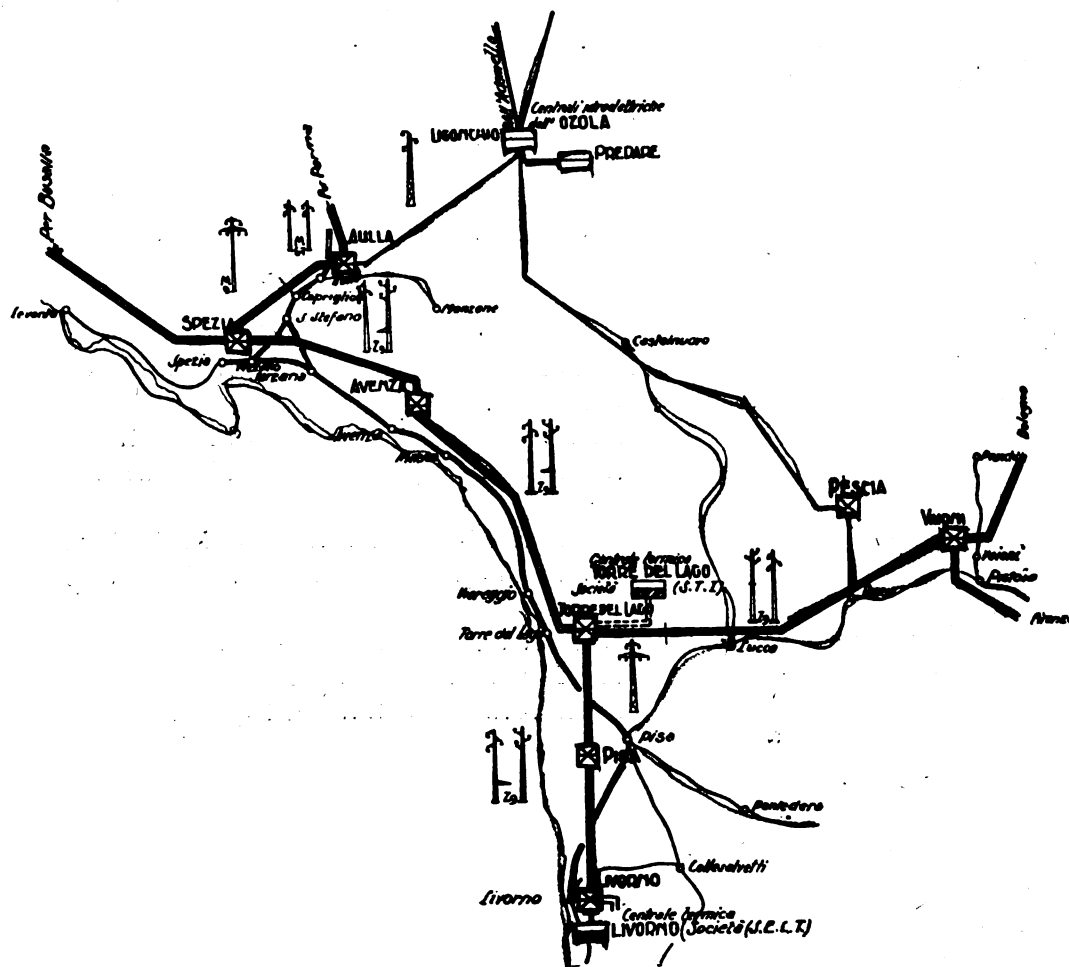



Fig. 1. – Planimetria generale schematica.

Nel breve tratto da Vezzano ad Arcola, comprendente diverse gallerie, ed in corrispondenza delle stazioni, le due terne primarie seguono il tracciato generalmente più breve fuori sede (Vedi planimetria, fig. 1).

La terna lato mare è ad isolatori a catena, con catene normali di 5 elementi e di 6 elementi negli ormeggi. Nei tratti distanti non oltre 3 km. dal mare venne accresciuto un altro elemento per ogni catena.

La terna lato monte è armata con isolatori rigidi a pernotto del tipo W. 80, forniti da ditte diverse e cioè: dalla Fil, dalla Ginori e dalle Fabbriche tedesche Rosenthal, Schachtel, Schomburg, Hermsdorf.

L'esperienza di questi primi anni di esercizio della Livorno-Spezia ha dato risultati nettamente favorevoli per gli isolatori a catena.

La linea Livorno-Spezia è in alcuni tratti particolarmente esposta all'azione del salino depositato sugli isolatori dai venti specialmente di libeccio, molto frequenti.

Tale deposito produce gravi disturbi all'esercizio facilitando la formazione di archi che mettono fuori servizio le linee. È quindi necessaria, specialmente nei lunghi periodi di siccità, un'accurata vigilanza e frequente pulizia degli isolatori.

Per eseguire rapidamente tale pulizia, si ricorre al lavaggio a mezzo di forte getto di acqua di una pompa a vapore azionata dalla locomotiva rimorchiante un carro serbatoio (vedi fig. 2).

Fig. 2. – Lavaggio degli isolatori con getto d'acqua di un serbatoio trainato da locomotiva.

I pali di sostegno delle primarie, tanto in sede quanto fuori sede, sono del tipo tubolare in lamiera di ferro saldata, per la massima parte di 20 m. di altezza (18 m. fuori terra) e pel rimanente con pali dello stesso tipo di 16 m. di altezza (fig. 3). Ogni 3 km. in media sono intercalati nella linea dei pali di ormeggio costituiti dall'accoppiamento di due pali semplici con traverse e diagonali.

Il diametro del filo dei conduttori primari è di 10 mm.

In conseguenza della fornitura dell'energia elettrica a 4000 Volta da parte della centrale di Torre del Lago, fu costruita nelle adiacenze una sottostazione elettrica di trasformazione 4000-60.000 Volta con due gruppi di trasformatori da 6000 KVA (tre elementi monofasi da 2000 KVA, fig. 4).

A Torre del Lago fanno capo, come già detto, le due linee primarie Torre del Lago-Vaioni per collegare la rete emiliana colla rete tosco-ligure-piemontese e per lo scambio di energia fra gli impianti alpini e quelli appenninici.

Fig. 3. – Tratto di linea in rettifilo.

Le due linee primarie in questione, tutte fuori sede, hanno uno sviluppo di km. 55 dei quali 4 attraverso il lago di Massaciuccoli, di particolare interesse. Esse sono sorrette, attraverso il lago, da 13 pali a traliccio di ferro di 30 m. di altezza su appositi cavalletti costituiti da 4 pali tubolari (in cemento armato) lunghi m. 14-16, di m. 0,70 di diametro, infissi sul fondo sabbioso del lago e collegati in testa da una piattabanda pure in cemento armato (fig. 5).

Le campate sull'acqua sono di m. 330 con freccia massima di m. 17, tale da permettere il comodo passaggio al di sotto delle barche a vela che esercitano un discreto traffico col trasporto di pietra calcare dalle cave di Massaciuccoli a Viareggio.

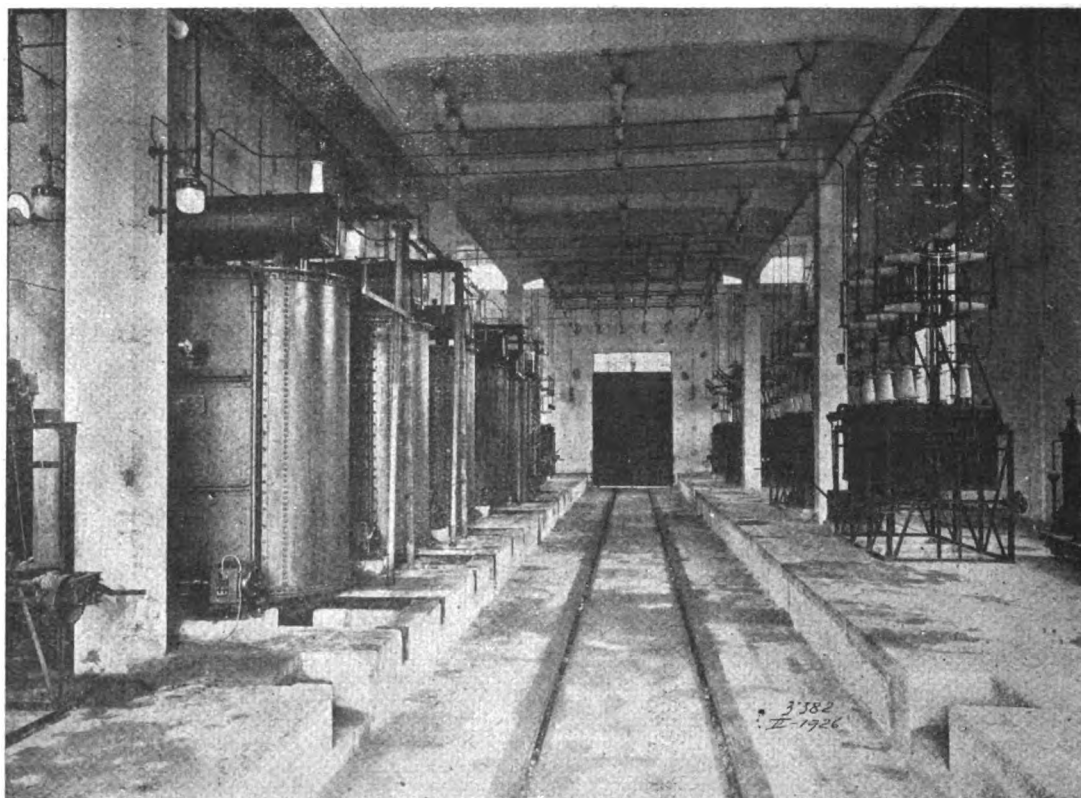



Fig. 4. – Interno della sottostazione elettrica di Torre del Lago.

La costruzione di detti cavalletti venne eseguita dalla Ditta Gabellini di Roma su progetti delle Ferrovie dello Stato nel periodo dal giugno 1924 al novembre 1925, con apposite attrezzature e mezzi d'opera (vedi *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* del 15 settembre 1926).

Tra Livorno e Spezia si hanno 5 sottostazioni a distanza variabile da 20 a 35 km. e precisamente: a Livorno, a Pisa, a Torre del Lago, ad Avenza ed a Spezia Migliarina (ved. Tav. X).

Nella sottostazione di Livorno sono installati due gruppi di trasformatori Ganz da 1800 KVA (3 elementi da 600 KVA) per gruppo con un trasformatore da 600 KVA di

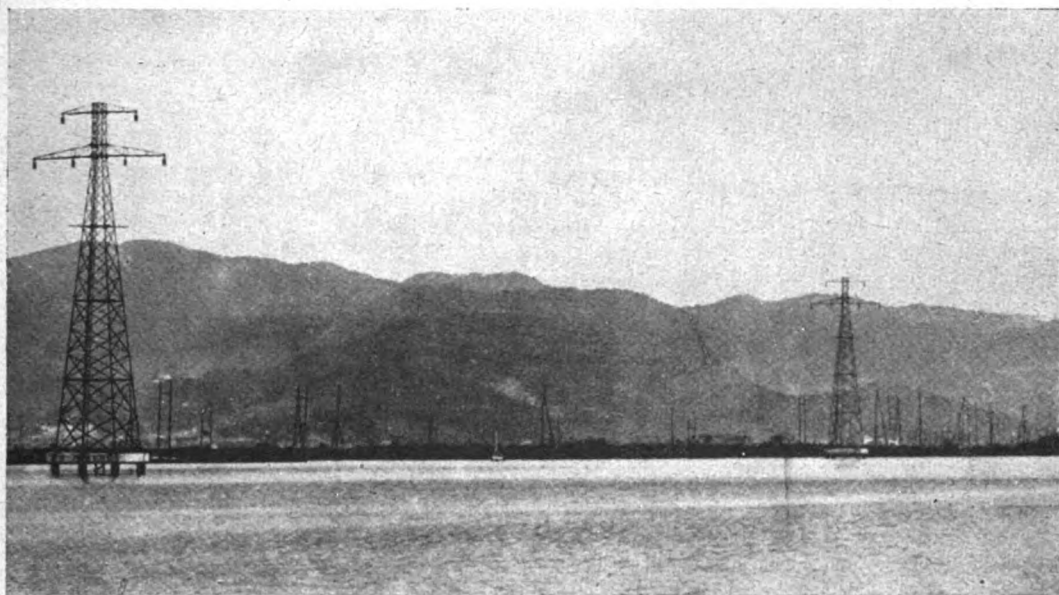



Fig. 5. – Attraversamento del lago di Massacciuccoli con le primarie Torre del Lago – Vaioni.

riserva; a Pisa 3 gruppi di trasformatori c. s. a raffreddamento naturale; a Torre del Lago i due gruppi di trasformatori Cemsa di 6000 KVA ciascuno, già ricordati, con raffreddamento a circolazione forzata di olio, con un elemento di riserva da 2000 KVA; ad Avenza un gruppo di trasformatori Savigliano da 5100 KVA con un elemento di riserva da 1700 KVA; questi ultimi pure a raffreddamento naturale. Nella sottostazione di Spezia Migliarina, che alimenta anche verso Genova e che alimenterà anche verso Aulla, sono installati due gruppi di trasformatori Brown-Boveri da 750 KVA per elemento, ed un terzo di riserva.

Le occorrenti manovre per lo spostamento dei trasformatori vengono eseguite nelle sottostazioni di Pisa, Avenza e Spezia mediante grue della portata di 18 tonn.; nelle sottostazioni di Torre del Lago e di Livorno dette manovre vengono eseguite mediante appositi carrelli trasbordatori e con cavalletto fisso di sollevamento (ved. fig. 6).

Ogni sottostazione elettrica è raccordata alla locale stazione, di norma, per mezzo di un binario passante e di un tronchino di deposito carri per il ricevimento e la eventuale spedizione dei materiali pesanti (trasformatori, ecc.).

Il tronchino di deposito carri permette inoltre la sosta di una sottostazione elettrica ambulante, con trasformatore trifase in olio da 2250 KVA e due interruttori automatici in

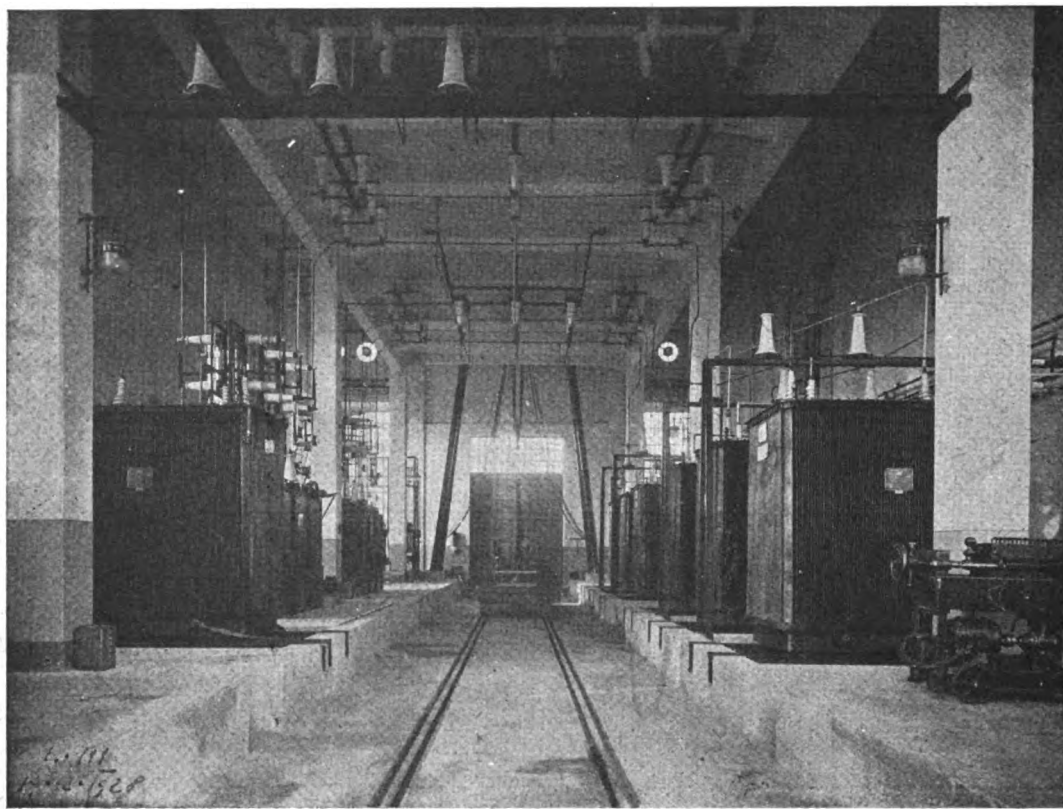



Fig. 6. – Interno sottostazione elettrica di Livorno.

olio, uno sul circuito a 60.000 Volta, l'altro sul circuito secondario a 4000 Volta. Detta sottostazione ambulante può sostituire la sottostazione fissa che eccezionalmente andasse o dovesse esser messa fuori servizio per radicali lavori.

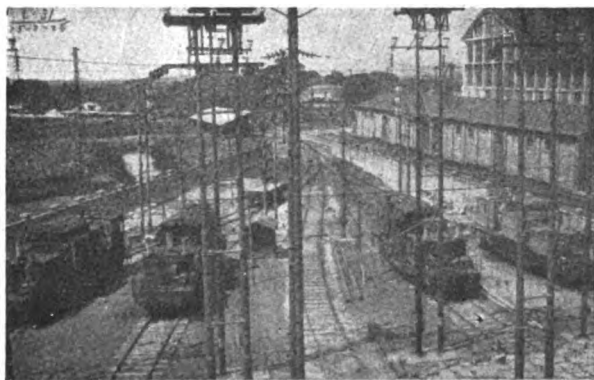



Fig. 7. – Impianto provvisorio di sottostazioni ambulanti a Torre del Lago.

Un impianto provvisorio con sottostazioni ambulanti fu attivato a Torre del Lago nel febbraio 1925, mentre era ancora in costruzione il fabbricato per la sottostazione fissa, per poter fornire energia elettrica alla rete ligure-piemontese in quell'anno di magra eccezionale, riuscendosi in tal modo a superare la criticissima situazione (vedi fig. 7).

Linee di alimentazione e cabine di sezionamento. — Dalle sottostazioni di trasformazione e dalle cabine di sezionamento delle linee di contatto partono i feeders di alimentazione costituiti da due fili di rame da mm. 11,5 (uno per fase) rispetti-

vamente per i 4 scarti di piena linea, e per le diverse zone nelle quali è stata suddivisa ogni stazione agli effetti della revisione delle linee. Detti feeders fanno capo ad altrettanti interruttori automatici in olio installati nelle cabine e sottostazioni.

Nelle stazioni di minore importanza, ove non trovasi la cabina di sezionamento, i feeders fanno capo ad interruttori aerei su palo manovrati all'occorrenza dall'agente del rispettivo posto di guardia. Mediante tali interruttori è possibile dare e togliere tensione su ciascuna delle due sezioni, quella dei binari pari e quella dei dispari, nelle quali trovasi suddivisa la stazione e di mettere in parallelo la sezione dei pari con quella dei dispari. La fig. 8 mostra l'installazione di tali interruttori su palo.

Fig. 8. – Interruttore aereo Fantini sul palo.

L'attrezzatura interna di una cabina è costituita da due serie di sbarre; una omnibus e una di riserva. Ad entrambe sono collegati, mediante coltelli separatori, i diversi interruttori automatici blindati tipo F. S. Ogni interruttore ha sulla fronte della sua incastellatura un quadretto di marmo con amperometro e relais di scatto regolabile a tempo e ad intensità, a seconda del servizio cui è adibito. Sotto ogni interruttore in olio è una vaschetta e tubo di scarico dell'olio per poterlo smaltire prontamente all'occorrenza.

Lo scatto automatico degli interruttori è alimentato da separato circuito a corrente continua a 36 Volta.

In ogni cabina è installato un trasformatore da 15 ÷ 25 KVA per i servizi ausiliari: illuminazione, riscaldamento, funzionamento dei motori per l'azionamento dei filtri-pressa per l'olio e, nelle cabine di sezionamento annesse alle sottostazioni di trasformazione, per il funzionamento delle grue a carrello per la manovra dei trasformatori.

La fig. 9 mostra l'interno della sala degli interruttori di una cabina di sezionamento.

Palificazione. — Sulla linea Livorno-Spezia sono stati impiegati per la prima volta pali di lamiera saldata, tipo italiano detto « Z », rastremati dalla base all'estremità nel senso dell'asse maggiore, forniti dalla Soc. Nazionale Officine di Savigliano. A parità di altezza e resistenza pesano sensibilmente meno dei pali Mannesmann, d'uso generale, e costano meno di essi. Tenuto però conto del minore spessore e quindi della minor durata, della meno agevole manipolazione pel fatto di non poterli rotolare, della difficoltà che

offrono nelle stazioni per il preventivo orientamento dell'asse maggiore e per l'applicazione delle attrezzature nonchè per il loro accoppiamento, si ritengono in loro confronto

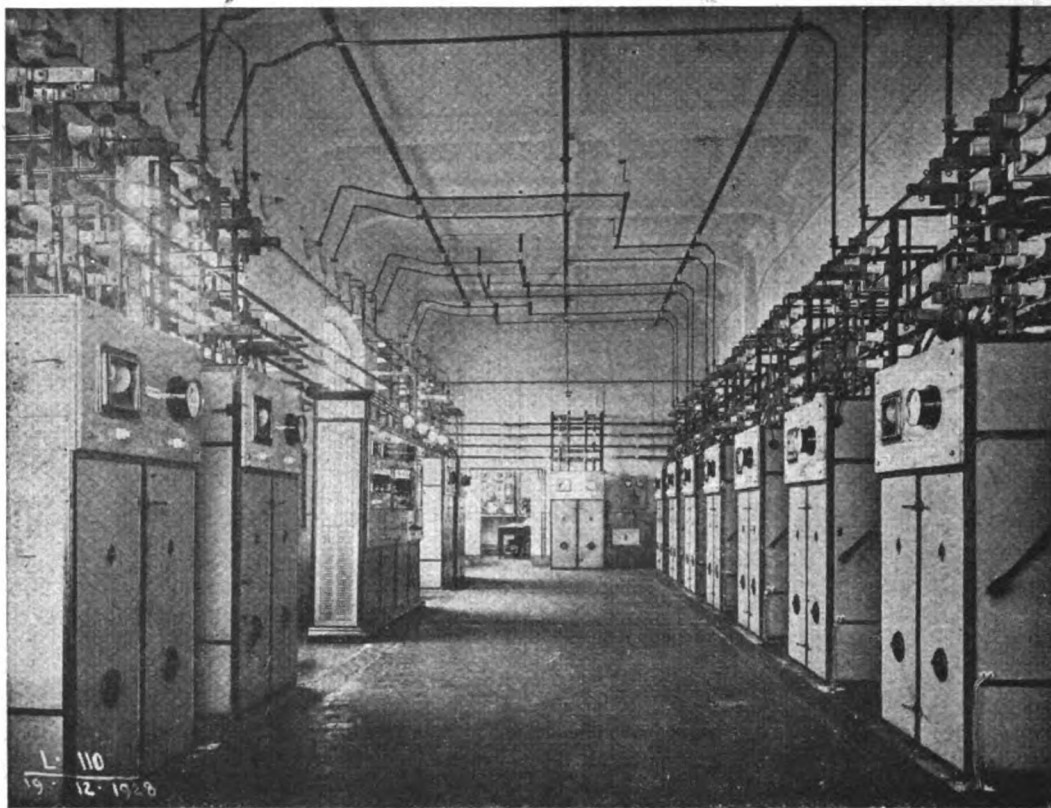



Fig. 9. – Sottostazione di Livorno. Interno della sala interruttori a 4000 V.

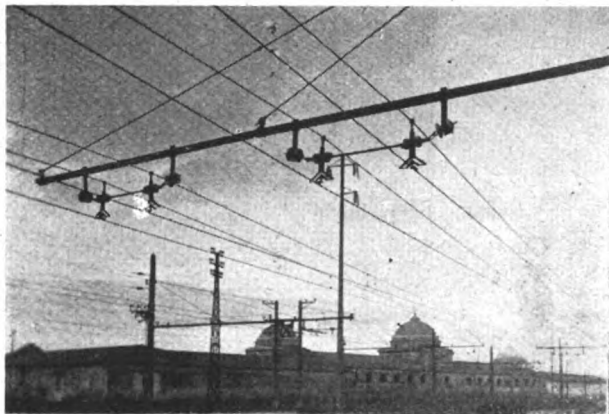



Fig. 10. – Sospensione longitudinale della linea di contatto con intelaiatura a maglia.

preferibili sotto tutti i rapporti i pali Mannesmann.

Linea di contatto. — I sostegni della linea di contatto furono stabiliti sul tronco Spezia-Pisa a distanza di m. 35 in rettilineo nella piena linea, con sospensione longitudinale costituita da un filo *portante* di rame da mm. 11,5 di diametro come il filo, portato, di contatto. Questo è appeso al filo portante a mezzo di tre pendini a morsetto per ogni campata e di sospensioni articolate a maglia in corrispondenza delle mensole applicate ai pali (vedi fig. 10). La sezione totale delle condutture di contatto risulta così da 200 mmq. per fase.

Il filo di contatto è stato successivamente sagomato in corrispondenza dei pendini, per evitare il consumo delle pinze dei morsetti che tengono il filo. Il lavoro è stato fatto

durante gli intervalli giornalieri riservati alla revisione della linea, mediante apposite macchinette a mano azionanti dischetti di acciaio che incidono il filo con la sagoma voluta.

In corrispondenza delle stazioni, la sospensione diviene trasversale a filo semplice con sostegni da 15 a 20 m., a seconda della proporzionale suddivisione degli appoggi in relazione ai punti obbligati degli scambi (vedi fig. 11).

Fig. 11. – Stazione di Avenza. Attrezzatura della linea di contatto (sospensione trasversale con intelaiature a maglia.

Nei tratti in curva la distanza dei pali è congruamente ridotta per la poligonazione del filo di contatto e per lasciare in ogni caso un franco minimo di cm. 18 sulla corda.

Tanto nella sospensione trasversale, quanto nella sospensione longitudinale è applicato il doppio isolamento; la sospensione in corrispondenza delle mensole è costituita da un tubo di ferro zincato sul quale sono infilati due isolatori a rocchetto portanti alle due estremità gli isolatori del braccio dell'archetto applicato alla mensola.

Gli archetti sono applicati normalmente per le curve, i braccetti per i rettilinei (vedi fig. 12).

Le sospensioni a maglia sono applicate nei soli binari di piena linea ed in quelli di corsa nelle stazioni per rendere più elastica la linea di contatto.

Fig. 12. – Attrezzatura della linea di contatto in rettilineo ed in curva.

Salvo qualche rottura di anelli di ferro zincato di dette sospensioni a maglia, verificatasi nei primi tempi e prontamente eliminata con la sostituzione di maglie di filo di rame, le sospensioni a maglia hanno funzionato egregiamente.

Lo zig-zagamento del filo di contatto è ottenuto con sospensioni alternativamente lunghe m. 1,06 e m. 0,86 allo scopo di uniformare il consumo dei prismi dei trolley.

Malgrado la velocità di 100 km. ammessa per quasi tutta la tratta Pisa-Spezia, non si sono mai avuti inconvenienti attribuibili al sistema di sospensione, o difetti intrinseci a qualche parte di dettaglio di essa.

Sul tratto Pisa-Tombolo è stata impiegata una sospensione di tipo speciale (tipo « B ») con campate di 50 m., nelle quali il filo portante è sostenuto da un isolatore messo al di sopra della mensola di ogni palo ed il filo portato (di contatto) è tenuto da appositi

braccetti in corrispondenza delle mensole e con pendini per tutta la campata (vedi figura 13).

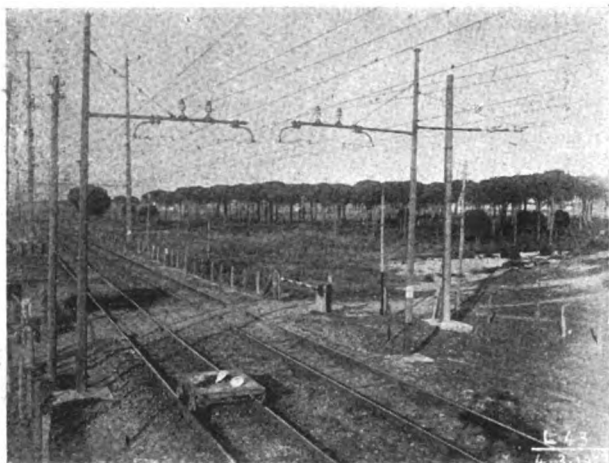



Fig. 13. – Sospensione longitudinale tipo B, tra Pisa e Tombolo.

L'andamento sinuoso del filo di contatto per alcuni metri verso gli appoggi è ottenuto dalla minor distanza reciproca dei fili portanti.

Connessione elettrica delle rotaie e collegamenti di terra. — Vennero impiegate di massima connessioni tra stecca e rotaia, costituite da un pacco di lamelle riunite a ciascuna estremità da una testa-tronco-conica infissa, mediante una ghiandina di ferro messa nel cavo di detta testa e battuta a colpi di mazza, in un foro preventivamente fatto nell'anima della rotaia (vedi fig. 14).

Fig. 14. – Giunto delle rotaie con teste a compressione.

Nella tratta Viareggio-Avenza vennero applicate connessioni elettriche « Quasi Arc », saldate elettricamente al fungo della rotaia (Vedi fig. 15); esse però dovettero essere gradualmente sostituite col tipo precedente, a mano a mano che si distaccavano, non trovandosi conveniente la risaldatura alla spicciolata per la soggezione dell'esercizio su linea di grande traffico e per la spesa del trasporto lungo linea del macchinario occorrente ogni volta che si verifica la dissaldatura di qualche giunzione.

Fig. 15. – Giunto delle rotaie tipo « Quasi Arc ».

Ogni 250 metri circa le due rotaie di ogni binario di piena linea sono collegate tra loro mediante tiranti di ferro da 1".

Analogamente sono collegate tra loro ogni mezzo km. circa, le due rotaie vicine dei due binari di corsa.

Una corda di ferro zincato (19 fili da mm. 1,2), congiunge tra loro quale corda di terra all'altezza di circa m. 5, tutti i pali portanti le attrezzature di ciascuno dei binari.

Ciascun palo in piena linea portante la linea primaria e la linea di contatto e, generalmente, tutti i pali nelle stazioni, sono collegati alla vicina rotaia a mezzo di tondino di ferro da mm. 8 tra la base del palo e la suola della rotaia stessa.

Fig. 16. – Posto telefonico dei caselli in piena linea.

Di massima ogni mezzo km., i pali sono inoltre messi a terra con appositi dispersori: a lastra o bacchette di rame messi a profondità sufficiente in terreno umido.

Servizio telefonico. — Le cabine e le sottostazioni elettriche sono tutte in comunicazione fra loro mediante circuiti telefonici con chiamata selettiva: uno *diretto* tra le sole sottostazioni di trasformazione e le centrali; uno *omnibus* comprendente tutte le sottostazioni e cabine, ed un terzo, d'uso *promiscuo*, collegante le principali stazioni, le cabine, le sottostazioni elettriche e i Depositi T. E.

Fig. 17. – Posto telefonico dei caselli. Casa cantoniera.

Tutti i caselli lungo linea sono provvisti di apparecchio telefonico collocato entro un armadietto a muro il cui sportello — se aperto — serve da riparo all'agente che si debba servire di detto apparecchio.

Detti posti telefonici sono collegati da un apposito circuito in cavo sezionato nelle cabine elettriche.

Dove due caselli successivi sono distanti più di km. 1,5 venne intercalato un apparecchio intermedio entro apposito armadietto a tenuta come quello a muro nei caselli.

Entro ogni armadietto telefonico lungo linea trovasi un registro dei fonogrammi per la registrazione delle richieste che può fare prontamente in caso di bisogno un treno fermo in linea (vedi fig. 16 e 17).

I suddetti impianti telefonici, ormai comuni a tutte le linee elettrificate, permettono il sollecito disbrigo di ordini e comunicazioni di ogni genere, special-

mente di quelle relative alle manovre da farsi in caso di rottura di parallelo o di altre anormalità alle linee elettriche per il più sollecito ripristino del normale servizio, non altrimenti possibile coi soli circuiti telegrafici di cui dispongono le linee non elettrificate.

Infine, e più particolarmente per assicurare in caso di generali anormalità delle linee telegrafoniche aeree la comunicazione tra le sottostazioni elettriche capilinea, la sottostazione di Torre del Lago (dove si smistano le linee primarie) è collegata mediante apparecchio *radio* ad onde convogliate, sistema Perego, con la sottostazione di Vaioni e con quella di Spezia Migliarina.

Andamento dei lavori. — I lavori procedettero con ritmo normale per i primi anni rimanendo solo in sospeso la questione della sistemazione della stazione di Pisa e quindi la elettrificazione dei relativi binari.

Deciso il proseguimento della elettrificazione da Pisa a Livorno e le conseguenti variazioni al progetto della trazione elettrica da Spezia a Pisa e cioè di collocare gli impianti del servizio della trazione a Livorno anzichè a Pisa, i lavori vennero spinti con ritmo accelerato e portati a termine per la data stabilita 28 ottobre 1926.

Principali dati statistici dell'impianto

Lunghezza delle linee primarie	Livorno-Spezia	km.	182,644 di terna
	T. Lago-Vaioni	»	108.696 di terna
Lunghezza complessiva dei binari elettrificati	piena linea	»	185,400
	stazioni	»	124.600

Scambi semplici elettrificati	N.	485
Scambi inglesi elettrificati	»	95
Lunghezza complessiva dei feeders di alimentazione (2 fili = 1 per fase)	km.	64
Interruttori tripolari automatici in olio 75.000 V.-300 A.	N.	18
» aerei a corna 60.000 V.	»	16
» bipolari automatici in olio 4000 V.-1200 A.	»	64
» aerei a corna 4000 V.	»	105
Potenza dei trasformatori installati nelle 4 SSE (Livorno, Pisa, T. Lago, Avenza)	KVA.	26.400
Id. dei trasformatori di riserva nelle suddette 4 SSE.	»	4.200
Distanza media tra le sottostazioni di trasformazione.	km.	22
Costo medio di 1 km. di semplice terna primaria fuori sede con isolatori rigidi o sospesi (catene di 5-6-7 elementi)	L.	90.000
Costo medio di 1 km. di piena linea di contatto a sospensione longitudinale con soprastante linea primaria.	»	150.000
Costo medio di 1 km. di linea di contatto a sospensione trasversale nelle stazioni con sostegni portanti anche i feeders di alimentazione.	»	70.000
Importo totale degli impianti	»	75.000.000

Il costo unitario dei trasporti ferroviari

Ing. LUIGI TOSTI

Riassunto. — L'Amministrazione delle ferrovie tedesche ha in questi ultimi anni istituita una speciale contabilità analitica delle spese di esercizio che le permette di determinare il costo delle singole unità di traffico.

Il confronto di questi costi con le corrispondenti entrate porta alla conclusione che, sulle ferrovie tedesche, sono deficitari i trasporti di viaggiatori effettuati con i treni omnibus, i trasporti di merci in collettame e quelli a carro completo ma per piccole distanze (non superiori a 50 km.).

Detta contabilità, oltre a fornire utilissimi elementi per lo studio di tutte le questioni tariffarie, dà anche il mezzo di seguire accuratamente lo svolgersi dell'esercizio valutando la economica corrispondenza dei servizi prestati rispetto ai mezzi impiegati.

Per lo studio di tutti i problemi relativi all'economia dell'esercizio ferroviario ed in modo particolare a quelli della tarificazione, è di speciale importanza la determinazione del prezzo di costo delle varie unità di traffico (viaggiatore-chilometro e tonnellata-chilometro di merci) nelle diverse condizioni di trasporto (treni viaggiatori diretti ed omnibus, treni merci, trasporti merci a carro completo, in collettame, ecc.).

La determinazione di tale prezzo di costo però è una operazione molto più difficile di quello che a prima vista potrebbe sembrare, ed ha dato luogo a molte discussioni, senza che si fosse potuto determinare, fino a poco tempo fa, un regolare metodo di calcolo in proposito.

Per tale ragione la maggior parte delle aziende ferroviarie hanno trascurato questa ricerca, contentandosi di tener conto dei risultati globali dell'esercizio, ben persuase che, se vi erano delle unità di traffico per le quali le tariffe non compensavano sufficientemente le spese, tale compenso era assicurato dalle altre unità di traffico, che si svolgevano in condizioni più favorevoli.

Oggi però che la concorrenza automobilistica tende sempre più a togliere traffico alla ferrovia, alcune grandi Amministrazioni ferroviarie han voluto esaminare a fondo le conseguenze economiche di tale fatto nuovo, ed hanno ritenuta molto adatta allo scopo l'analisi particolareggiata delle spese di trasporto.

Fra queste Amministrazioni va ricordata la Reichsbahn la quale, come è noto, esercita una delle più grandi reti ferroviarie d'Europa, che ha le seguenti caratteristiche (1):

1) – Lunghezza della rete-km.	53.000
2) – Viaggiatori-km. per km. di linea	900.000
3) – Tonn.-km. per km. di linea	1.290.000
4) – Quantitativo di agenti in servizio	713.000
5) – » di locomotive »	23.800
6) – » di veicoli »	772.000
7) – Introito medio per km. di linea in marchi-oro	99.470
Corrispondente al cambio attuale a lire italiane	452.000

Questa Amministrazione avendo adottato negli ultimi anni il sistema di elaborazione meccanica delle ricerche statistiche, importato dall'America, trovò in tale sistema il mezzo più adatto per raccogliere ed elaborare il colossale materiale di cifre che si rendeva

(1) Le corrispondenti caratteristiche della rete italiana dello Stato sono le seguenti:
1) Km. 16.750 – 2) 480.000 – 3) 730.000 – 4) 161.000 – 5) 6670 – 6) 166.000 – 7) 278.000.

necessario per la determinazione delle spese per unità di prestazione, ed organizzò un complesso lavoro di cui ha dato larga notizia l'ing. Tecklenburg nel fascicolo di agosto-settembre 1930 del *Bulletin de l'Union internationale des chemins de fer* e nel periodico *Die Reichsbahn* (17 dicembre 1930).

Nella presente memoria vengono riassunti i punti più importanti ed i principali dati contenuti in tali pubblicazioni, i quali, pur riguardando una speciale rete ferroviaria con caratteristiche proprie di esercizio e di traffico, danno tuttavia cognizioni generali, che si ritiene possano essere utili anche per gli Amministratori di altre reti che non si trovino in condizioni molto dissimili.

* * *

A coloro che debbono compilare le relazioni annuali delle grandi Aziende Ferroviarie nonchè a quelli che debbono esaminarle, è nota la difficoltà che si incontra nel ravvicinare le varie spese sostenute dalle Aziende stesse con le varie prestazioni rese, ravvicinamento indispensabile per rendersi esatto conto dell'andamento dell'esercizio.

L'Amministrazione delle Ferrovie tedesche ha perciò avuto cura avanti tutto di organizzare il conto delle sue spese di esercizio in modo da rendere facile il confronto fra le prestazioni dell'esercizio e le relative spese sostenute, fissando in un quadro generale e completo tutte le prestazioni dell'Azienda, raggruppate secondo il loro rendimento economico.

Una prima separazione delle prestazioni è stata fatta secondo i due generi principali di trasporto: treni viaggiatori e treni merci, e per ciascuno di questi si sono considerate le seguenti prestazioni di servizio:

1° Servizio di spedizione;
2° formazione dei treni;
3° trasporto dei treni.

I valori numerici delle prestazioni relative ai punti 1° e 2° possono essere facilmente rilevati dagli elementi statistici delle stazioni.

Per quelli relativi alle prestazioni del punto 3°, che sono le più estese, e cioè utilizzazione del personale di macchina e di scorta, consumo di materie, riparazione del materiale rotabile, manutenzione della via, ecc., la determinazione dei dati statistici da utilizzare ha richiesto l'impiego delle carte perforate nelle quali si riportano gli elementi che sono contenuti nei bollettini di servizio dei treni.

Alla ripartizione delle prestazioni deve corrispondere quella delle spese. È stato perciò stabilito, mediante un regolamento denominato Beko (Betriebskostenrechnung = Conto delle spese d'esercizio), il metodo secondo il quale le spese debbono ripartirsi in relazione alla loro natura ed a quella delle prestazioni cui si riferiscono.

Senza entrare in molti particolari su questo argomento, ci limiteremo a dire che le ferrovie tedesche sono riuscite a ripartire le spese di quasi tutte le prestazioni delle stazioni e dei treni, nelle quali è più facile valutare il diverso impiego di personale e di materie.

Per le altre spese di carattere generale, si procede alla ripartizione con opportuni coefficienti di proporzionalità.

È importante rilevare che la ripartizione fatta permette alle ferrovie tedesche di ottenere contemporaneamente gli elementi relativi alla contabilità dei premi sul consumo di combustibile delle locomotive, ai premi di percorrenza, ecc.

I principali risultati ottenuti dalla ripartizione delle spese delle linee d'interesse generale per l'anno 1928, sono riassunti nelle due tabelle seguenti:

SPESE DELLE FERROVIE TEDESCHE (per l'anno 1928)
1. — Spese complessive in milioni di marchi

		Treni viaggiatori		Treni merci	
		Milioni di marchi	%	Milioni di marchi	%
I	Spedizione	152	8,70	843	27,27
I	Formazione Treni	225	12,89	652	21,17
	Totale I	377	21,59	1.495	48,54
II	Condotta locomotive	121	6,93	125	4,06
II	Scorta treni	132	7,56	130	4,22
II	Materie di consumo	95	5,44	155	5,03
II	Manutenzione e rinnovamento locomotive	190	10,88	200	6,49
II	Manutenzione e rinnovamento veicoli	220	12,60	65	2,11
II	Manutenzione impianti fissi	280	21,77	445	14,45
	Totale II	1,138	65,18	1.120	36,36
III	Interessi	231	13,23	465	15,10
	Totale Generale	1.746	100 —	3.080	100 —

SPESE PER UNITÀ DI TRAFFICO
(in centesimi di marco)

		Per ogni viaggiatore partito	Per ogni tonnellata spedita
I	Spedizione e formazione treni	24 —	347 —
		Per viaggiatore Km.	Per tonnellata Km. di merce
II	Condotta e scorta treni	0,60	0,39
II	Materie di consumo	0,22	0,23
II	Manutenzione locomotive	0,44	0 30
II	Manutenzione veicoli	0,52	0,10
II	Manutenzione impianti	0,90	0,66
	Totale II	2,68	1,68
III	Interessi	0,54	0,70

Dalla prima di queste tabelle si rileva che la spesa complessiva riferibile ai treni viaggiatori risultò di 1746 milioni di marchi e quella riferibile ai treni merci di 3080 milioni di marchi. Siccome le percorrenze effettuate dai detti treni nel 1928 sulle linee di interesse generale risultarono rispettivamente di 361 e 250 milioni di chilometri, il costo medio dei treni -chilometri risultò di

marchi 4,80 per i treni viaggiatori
e marchi 12,30 per i treni merci.

Se poi teniamo conto dell'utilizzazione media dei detti treni, la quale risultò di

117 viaggiatori-km. per treno-km. viaggiatori
e di 265 tonnellate-km. per treno-km. merci (1)

si ha il seguente costo medio delle unità di traffico

centesimi di marco 4,08 per viaggiatore-km.
centesimi di marco 4,65 per tonnellate-km. di merce.

Come si vede, questi due valori sono poco diversi fra loro, e ciò si verifica anche su altre reti ferroviarie per le quali sono stati fatti calcoli analoghi.

Un calcolo fatto dall'ing. Lamalle per le Ferrovie Belghe nel 1927 ha dato i seguenti risultati:

Costo medio al viaggiatore-km.	Fr.	0,194
Costo medio della tonnellata-km.	»	0,186

Si può quindi ritenere all'ingrosso che il costo medio del viaggiatore-km. sulle grandi reti ferroviarie sia eguale a quello della tonnellata-km. di merce, e ciò autorizza a valutare il traffico di una determinata rete con la somma dei viaggiatori-km. e delle tonnellate-chilometro che vi si trasportano.

Ricordando quindi che il peso di 1 viaggiatore con il suo bagaglio può ritenersi in media di 100 kg., si può dire che, *a parità di peso trasportato*, il trasporto ferroviario dei viaggiatori costa dieci volte quello delle merci.

Dalla seconda tabella riportata sopra si possono ricavare le seguenti considerazioni.

Il costo unitario del viaggiatore-km., per quanto riguarda le sole spese di trasporto, è di circa 2 centesimi e ½ di marco, e quello corrispondente della tonnellata-km. di merce è di circa 1 centesimo e ½ di marco. La differenza fra queste due cifre si spiega pensando che un treno merci con 265 tonn. di carico medio sfrutta molto meglio di un treno viaggiatori, che trasporta solo 117 viaggiatori, le spese del personale di condotta delle locomotive e di scorta dei treni, senza considerare che la manutenzione dei carri merci è molto meno costosa di quella delle carrozze viaggiatori.

Ad ogni modo la differenza fra le spese di trasporto delle due unità di traffico non è molto forte.

Molto forte è invece la differenza che si rileva fra le spese di stazione (spedizione e formazione treni) relative ai viaggiatori e quelle che si riferiscono alle merci.

Infatti per ogni viaggiatore partito, le Ferrovie tedesche sostengono una spesa di 0,24 marchi, mentre per ogni tonnellata di merce spedita la spesa è di marchi 3,47, ossia quasi 15 volte maggiore di quella relativa ad ogni viaggiatore partito.

(1) Sulle ferrovie italiane dello Stato si ebbe nel 1929-30 la seguente utilizzazione dei treni: 92 viaggiatori per treno-km. viaggiatori; 204 tonn. di merce per treno-km. merci.

Queste spese debbono naturalmente venire ripartite secondo la lunghezza dei trasporti effettuati, e perciò si vede che esse gravano moltissimo sui trasporti a breve distanza, e si attenuano a mano a mano che la lunghezza del trasporto aumenta.

Sulle ferrovie tedesche la lunghezza media di trasporto dei viaggiatori delle grandi linee risulta di km. 28 mentre quella delle merci è di km. 153 (1), e perciò le spese di stazione riferite alla media generale dei viaggiatori-km. e delle tonnellate-km. di merce trasportate, risultano come è indicato qui appresso:

per viaggiatore-km. marchi 0,0086
per tonnellata-km. » 0,0227

Aggiungendo alle cifre già trovate anche le quote relative agli interessi dei capitali, si ottengono in definitiva i valori medi già sopra indicati del costo delle unità di trasporto sulle ferrovie tedesche, e cioè:

per viaggiatore-km. . . . . 4,08 centesimi di marco
per tonnellata-km. di merce . . . . 4,65 » »

Nella memoria pubblicata sul periodico *Reichsbahn* sono stati messi in speciale evidenza i risultati dell'esercizio delle ferrovie tedesche per l'anno 1929.

In tale anno i treni viaggiatori delle linee d'interesse generale percorsero 378 milioni di chilometri, distinti nelle seguenti categorie:

TRENI	Milioni di treni-Km.	Posti-Km. offerti	Viaggiatori-Km.
		per treno-Km.	
Direttissimi	64	265	116
Diretti	22	340	115
Omnibus	292	314	105

L'introito di questo servizio è stato in complesso di 1612 milioni e la spesa di 1991 milioni di marchi. Il conto quindi si chiude con una perdita di 379 milioni di marchi.

Analizzando più da vicino come si giunge a questa perdita si trova che essa deriva esclusivamente dai treni omnibus come dimostra la seguente tabella

TRENI	Entrata	Costo
	per treno-Km. in marchi	
Direttissimi	7,30	6,41
Diretti	5,22	5,19
Omnibus	3,53	5,03

Si vede inoltre che la causa del disavanzo dato dai treni omnibus non dipende tanto dal costo dei medesimi quanto dal modesto introito che essi danno. Sulle ferrovie tede-

(1) Le percorrenze medie dei trasporti sulle F. S. italiane sono le seguenti: viaggiatori (esclusi gli abbonati) km. 57; merci km. 180.

sche quasi due terzi dei viaggiatori viaggiano a tariffa ridotta, ed utilizzano prevalentemente i treni omnibus nei quali danno un introito medio per viaggiatore-km. di appena 1 centesimo e mezzo di marco, come si rileva dalla seguente tabella.

Introito medio per viaggiattori-Km. in centesimi di marco

TRENI	Tariffa	1ª classe	2ª classe	3ª classe	Complessivamente
Direttissimi	normale	11,67	7,40	4,90	5,59
	ridotta	6,02	4,69	2,69	2,84
	media	11,12	7,20	4,31	4,97
Diretti	normale	—	6,61	4,26	4,57
	ridotta	—	3,88	2,38	2,47
	media	—	6,08	3,55	3,82
Omnibus	normale	—	5 —	3,43	3,52
	ridotta	—	2,13	1,55	1,57
	media	—	4,04	2,52	2,59

Questa è pertanto la ragione principale del basso introito ottenuto con i treni omnibus che porta, come si è detto, a chiudere in perdita il bilancio economico del servizio viaggiatori.

Fortunatamente, a ciò trovasi adeguato compenso, almeno fino ad ora, nel servizio di trasporto delle merci.

Nel 1929 sulle ferrovie tedesche si effettuarono 258 milioni di treni-km. merci e si trasportarono (1):

in complesso . . . . 68.894 milioni di tonnellate-km.
di cui a carro completo . . . . 65.207 » » »
in collettame . . . . 3.687 » » »

L'introito complessivo del traffico merci è stato, nel 1929, di 3641 milioni di marchi di fronte ad una spesa complessiva di 3045 milioni. Si è avuta quindi una eccedenza attiva di 596 milioni di marchi.

A questo risultato però le due categorie di trasporti, in collettame ed a carro completo, sono interessate in modo molto differente.

Il traffico in collettame ha dato un *deficit* di 160 milioni (introito di 670 milioni contro una spesa di 830) mentre il traffico a carro completo ha dato un utile di 756 milioni (introito di 2971 milioni contro una spesa di 2215 milioni).

Tale risultato si spiega nel modo seguente.

Nel traffico merci complessivo la prestazione utile, cioè il carro-km., costa in media 47 centesimi di marco, comprendendo in tale spesa anche il viaggio a vuoto che grava su

(1) Sulle F. S. italiane nel 1929-30 si effettuarono 60 milioni di treni-km. merce e si trasportarono 12.246 milioni di tonn-km. di merce di cui 11.194 milioni a carro completo e 1.052 in collettame.

ogni viaggio a carico, i trasporti gratuiti di servizio, le spese generali d'esercizio e il servizio d'interessi.

Il trasporto delle merci in collettame dà bensì un introito complessivo di centesimi 18,16 di marco per tonnellata-km. di merce, ma ogni carro trasporta poco più di due tonnellate di carico e rende per chilometro soltanto 38 centesimi di marco.

Il trasporto a carro completo invece dà un introito medio di 4,56 centesimi di marco per tonnellata-km., ma ogni carro trasporta circa 14 tonnellate di merce e perciò rende per chilometro 63 centesimi di marco. Per ogni carro-km. con trasporto in collettame si ha quindi una perdita di 9 centesimi di marco, mentre si ha, per ogni carro-km. di trasporto a carro completo, un utile di 16 centesimi di marco.

Se poi si scende ad un esame particolareggiato delle spedizioni a carro completo, si vede che quelle a piccole distanze si svolgono in condizioni meno favorevoli delle altre. La grande superiorità dei trasporti ferroviari rispetto a tutti gli altri mezzi di trasporto sta nel basso costo del loro inoltro sulle linee.

Questo costo, per le ferrovie tedesche può valutarsi in media generale a 1,4 centesimi di marco per ogni tonnellata-km., che, in condizioni d'esercizio particolarmente favorevoli, per il traffico in massa e a grandi distanze, può scendere a meno di 1 centesimo di marco.

Questa è la tariffa per la pura prestazione utile.

Il lato debole dei trasporti ferroviari di merce sta nelle costose manipolazioni che si rendono necessarie nelle stazioni per la spedizione della merce e la formazione dei treni.

Queste spese di spedizione relativamente elevate non trovano nelle tasse tariffarie un compenso adeguato per i trasporti a piccole distanze. Il gruppo quindi dei trasporti a breve distanza, o vicinali, si presenta, nel suo risultato economico, con un *deficit* e tale gruppo per le ferrovie tedesche non è affatto trascurabile.

Infatti più di un terzo di tutte le merci spedite a carro completo cade nella zona fino a 50 km.; su di esso cade l'11 % dell'introito complessivo del servizio merci ed il 16 % delle spese.

I trasporti a grande distanza hanno invece una importanza poco rilevante; infatti solo l'1 % del traffico complessivo a carro completo percorre distanze superiori ad 800 chilometri.

Il centro di gravità del traffico a carro completo trovasi nei trasporti a distanze medie. Qui sta la grande fonte d'energia delle ferrovie tedesche, e sebbene la singola prestazione fornisca solo una esigua eccedenza: poco più di 1 centesimo di marco per tonnellata chilometro; questo centesimo costituisce la base economica dell'intera Amministrazione delle ferrovie tedesche.

* * *

Si è visto che molti gruppi di trasporti ferroviari, considerati a sè, offrono un bilancio in perdita, e cioè i trasporti viaggiatori, quelli delle merci in collettame e quelli delle merci a carro completo per piccole distanze. Se ora consideriamo che è verso questi gruppi specialmente che si esercita la concorrenza degli autotrasporti, potrebbe qualcuno chiedersi se non sia consigliabile per le ferrovie di abbandonare in tutto o in parte detti gruppi di trasporti. Sembrerebbe infatti che con tale provvedimento le Aziende ferro-

viarie potrebbero migliorare il proprio bilancio, eliminando una passività che attualmente grava su loro.

Ora un tale ragionamento sarebbe giusto se, rinunciando all'effettuazione di alcuni treni, le ferrovie potessero risparmiare al completo od in gran parte, la spesa che si è riconosciuta attribuibile ai treni stessi; ma in pratica ciò non si verifica.

Nella spesa suddetta è compresa una gran parte di oneri fissi che non si possono risparmiare, quali gli interessi sulle spese patrimoniali, le spese generali dell'Azienda, le spese di dirigenza dei servizi, quelle relative alla conservazione di tutti gli impianti fissi di linea e delle stazioni, ecc. Tutte queste spese, le quali formano quasi due terzi delle spese totali, rimarrebbero, e, con la soppressione di una parte dei servizi, dovrebbero venir sopportate dagli altri servizi che si effettuerebbero ancora, aggravandone moltissimo la condizione.

Conviene pertanto alle ferrovie di conservare detto traffico anche in condizioni non completamente favorevoli, a patto però che le tasse percepite per i singoli trasporti non scendano al disotto di un determinato limite.

Questo limite, come è noto, rappresenta il rimborso puro e semplice delle spese che sarebbero richieste per effettuare *in più* il trasporto di cui trattasi o che verrebbero completamente risparmiate se il trasporto non si facesse.

L'analisi generale delle spese, di cui sopra abbiamo offerto un esempio per le ferrovie tedesche, può fornire gli elementi per determinare il valore di detto costo il quale però, è bene tenerlo presente, può variare sensibilmente da linea a linea, di una rete, ed anche da un momento all'altro, a seconda delle diverse condizioni nelle quali si svolge l'esercizio.

Oggi molti di coloro che si interessano agli studi riguardanti la determinazione del costo dei trasporti, pretendono di ricavarne poche cifre che possano adoprarsi quale ricetta universale nella risoluzione di tutti i problemi del traffico.

Altri invece, considerando che i risultati generali di detti studi non sono sempre esattamente applicabili a casi speciali, e che anzi debbono qualche volta essere completamente trascurati, quando i trasporti debbono raggiungere fini di alto interesse economico e sociale, giungono alla conclusione che gli studi di cui trattasi sono inutili ed anzi dannosi, perchè costano.

Sia gli uni che gli altri però dimenticano che i problemi del traffico ferroviario, specialmente nel periodo attuale, sono molto complessi e debbono essere trattati quasi come una vera arte, con speciale intuito ed accorgimento.

A tale uopo risulta pertanto evidente la necessità che i funzionari ferroviari conoscano in tutti i più minuti particolari la vita economica della loro azienda, per poterne adeguatamente valutare tutte le possibilità e prevedere i probabili effetti di ogni provvedimento che andranno a disporre.

Ma oltre alla risoluzione dei problemi del traffico l'analisi particolareggiata delle spese dell'azienda è destinata ad esercitare una notevolissima influenza anche nello studio dell'economia dell'esercizio.

Tutti vedono la necessità di avvisare i mezzi più adatti per ridurre il costo dell'esercizio ferroviario, procurando di dare all'esercizio stesso quel nuovo assetto che le moderne esigenze richiedono, specialmente in presenza dei più moderni mezzi di trasporto.

Il Comitato costituitosi in Germania per la « produzione economica » ha indicato nel modo seguente i criteri fondamentali che ogni impresa industriale dovrebbe seguire.

« Un calcolo delle spese proprie, giusto e per quanto possibile esatto, è la premessa « principale per la riduzione delle spese di produzione. Chi vuole diminuire le sue spese di « produzione e vuole applicare nel giusto modo i diversi mezzi a ciò proposti, come: la nor« malizzazione, la specializzazione, la condotta scientifica dell'esercizio e così via, deve « conoscere realmente nei suoi dettagli le proprie spese di produzione e deve calcolare ciò « che si possa ottenere in questo o quel luogo con questo o con quel provvedimento, e deve « conoscere anche ciò che non si può ottenere.

« Soltanto il calcolo delle spese di costo permette al fabbricante uno sguardo esatto « nelle sue condizioni di esercizio, e lo rende in certo qual modo veggente, mentre senza di « esso, egli sta ciecamente di fronte al meccanismo interno della sua impresa.

« Un giusto calcolo delle spese vive è anche uno dei mezzi più efficaci per promuovere « il progresso tecnico ed economico. In ciò sta la sua importanza per la generalità, impor« tanza che va molto al di là dell'interesse singolo dell'esercizio ».

Questi principi valgono, naturalmente, anche per le aziende ferroviarie.

Anche per queste è necessario di imparare a conoscere le spese per ogni singola prestazione, di indagare come esse nascono e di quali parti si compongono e di conoscere l'importanza di ogni campo parziale nel quadro generale. La chiarezza in tali cose è una condizione preliminare importante, affinchè le misure che devono venire prese, per eliminare una sproporzione accertata tra spese e introito, possano venire applicate a tempo e luogo giusto, sia che esse abbiano per iscopo la riduzione delle spese unitarie, mediante la razionalizzazione, sia l'aumento degli introiti, influendo sulla parte delle entrate.

Per quanto si riferisce in particolare al lavoro che già eseguono le ferrovie tedesche, è utile rilevare che l'analisi delle prestazioni e delle spese dell'azienda è disposta in modo da fornire anche tutte le indicazioni del traffico distinte per le diverse linee e le diverse specie di treni. Inoltre i risultati di tale analisi vengono ottenuti con la massima rapidità, dando la completa rappresentazione dello svolgimento del traffico nella settimana successiva a quella alla quale i dati stessi si riferiscono.

Ognuno può comprendere la grande importanza di questo particolare che dà il mezzo di adottare tempestivamente i provvedimenti che vengono richiesti dalle mutate condizioni del traffico.

Nel chiudere queste brevi notizie dobbiamo ricordare che l'organizzazione scientifica del lavoro a mezzo di centralizzazione e meccanizzazione, ha già avuto notevoli applicazioni presso alcuni servizi delle nostre ferrovie dello Stato.

I risultati già ottenuti, specialmente nei controlli sistematici sull'utilizzazione delle locomotive e l'andamento dei treni, si sono dimostrati della più alta importanza e perciò è da augurarsi che nella via intrapresa si facciano ulteriori progressi.

Gru a ponte scorrevole da 10 tonnellate a strutture saldate elettricamente

Redatto dall'Ing. ANTONIO DEL ZANNA per incarico del Servizio Materiale e Trazione

(Vedi Tav. XII fuori testo e XIII nel testo)

Riassunto. — Si dà notizia di una gru a ponte scorrevole da 10 tonn., nella quale la struttura del ponte — a schema reticolare di luce 15 metri — ha tutte le connessioni saldate col processo dell'arco voltaico.

La gru è stata costruita dall'Officina del Materiale Rotabile di Torino, in occasione della istituzione in quella Officina di un « Reparto locomotive elettriche » ed è destinata a sollevare rotori e statori dei motori di trazione.

Esposto prima il calcolo delle travi e fissate le dimensioni delle singole aste, si accenna agli esperimenti fatti su provini saldati per fissare la resistenza unitaria delle saldature e — conseguentemente — le dimensioni dei cordoni saldati.

Si accenna poi alle modalità di costruzione e di collaudo; si fa il confronto economico tra la costruzione saldata e quella inchiodata; si completa infine la descrizione della gru, esponendo i dati meccanici ed elettrici dell'apparecchiatura.

Premessa

Dopo aver riconosciuto nella saldatura elettrica ad arco un utilissimo mezzo da affiancare a quelli analoghi (principalmente la saldatura ossiacetilenica) che rendono preziosi servizi nelle riparazioni del materiale rotabile, interessava indagare anche quali risultati il nuovo mezzo di lavoro avrebbe potuto dare nelle costruzioni a nuovo.

A tale scopo il Servizio Materiale e Trazione ha profittato delle occasioni che man mano si sono presentate di costruire nuovi mezzi d'opera d'officina per applicare anche in questo campo la saldatura elettrica. Un esempio notevole di tali costruzioni è la gru a ponte, di cui si dà notizia nel presente articolo.

Essa fu costruita in occasione della sistemazione — attualmente in avanzato corso — dell'Officina di Torino per renderla atta a riparare locomotive elettriche, oltre che a vapore.

I meccanismi e l'apparecchiatura elettrica della gru furono appaltati all'industria, mentre il ponte fu progettato dal Servizio Materiale e Trazione e costruito dall'Officina di Torino.

Il progetto fu impostato sui seguenti dati obbligatori:

Luce fra le mezzerie delle rotaie di scorrimento del ponte . . . 15,085 metri

Portata utile al gancio . . . . 10 tonnellate.

Fu scelto per le travi principali lo schema reticolare della fig. 1 a via superiore; altezza teorica in mezzeria m. 1,30.

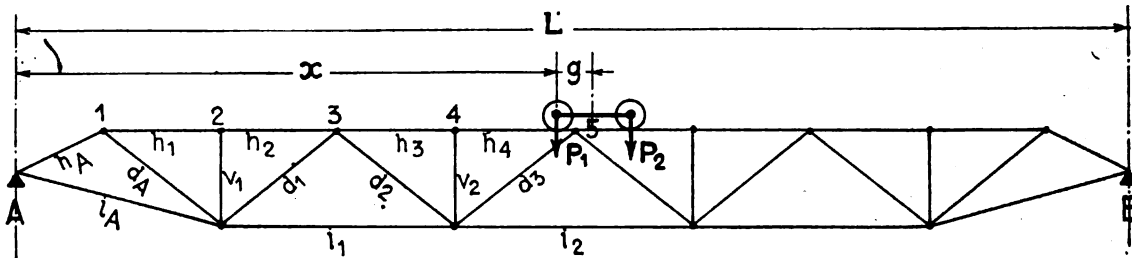



Fig 1 - Schema della trave

Si fissò la distanza tra le due travi principali in m. 1,50, si stabilì di aggiungere due travi leggere di controvento, dello stesso schema reticolare, disposte simmetricamente a m. 1 dalle principali e ad esse collegate da un traliccio leggero.

Fu stabilito di costituire le testate con coppie di ferri a **[**, collegandole alle travi del ponte con l'intermediario di lamiere o profilati, risultanti in dettaglio dal disegno tav. XII.

I.

Calcolo delle strutture.

Il peso proprio del ponte assunto in prima approssimazione fu dedotto da formule empiriche, che il Servizio Materiale e Trazione utilizza per preventivare sia i costi delle gru, sia le sollecitazioni sui piani di scorrimento.

Detto G il peso morto totale della gru in Kg., P la portata utile al gancio, in tonnellate, L la luce tra le guide di scorrimento, in metri, si può scrivere:

$$(1) \quad G = 15\, L^2 \sqrt[3]{P} + 400 \sqrt[3]{L P} + 1000 \sqrt{P}$$

dove i tre termini del secondo membro hanno il significato seguente:

$a = 15\ L^2 \sqrt[3]{P}$ peso delle strutture resistenti del ponte;

$b = 400 \sqrt[3]{L P}$ peso dell'apparecchiatura meccanica ed elettrica connessa col ponte;

$c = 1000 \sqrt{P}$ peso del carrello porta argano.

L'attendibilità di queste formule, come risultò dal confronto dei valori ricavati da esse coi pesi effettivi di parecchie gru acquistate nell'ultimo decennio, sussiste nell'intervallo da 1 a 40 tonnellate di portata al gancio e da 6 a 25 metri di luce tra le guide di scorrimento.

Nel caso nostro risulta (arrotondamento alla seconda cifra):

$$a = 7300 \text{ Kg.}$$
$$b = 2100 \text{ »}$$
$$c = 3200 \text{ »}$$

Partendo da questi valori di orientamento, fu preventivato il peso proprio per metro corrente della trave del ponte più affaticata in questo modo:

Ammesso che 2/10 del peso totale del ponte (strutture + apparecchiature) gravino sulle testate e che i rimanenti 8/10 sieno ripartiti uniformemente lungo le due travi principali, il peso proprio di una trave risulta:

$$0{,}8\ \frac{a + b}{2} = 0{,}8\ \frac{7300 + 2100}{2} = 3760 \text{ Kg.}$$

Per tener conto della dissimetria determinata dalla necessità di far correre solo da un lato la trasmissione del moto al ponte, si arrotonda a 4000 Kg. il peso della trave più affaticata.

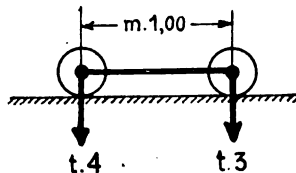
Al costruttore dei meccanismi si sarebbe dovuto prescrivere di non superare nella costruzione del carrello il peso di 3200 Kg. preventivato con la formula $c = 1000 \sqrt{P}$, invece si volle lasciare maggiore libertà di progetto e fu posta nel capitolato la seguente clausola:

Tav. XIII

TIRANTI				PUNTONI				
i_A	i_1	d_A	d_2	h_A	h_2	h_4	d_1	d_3
9,3	14,7	5.8	6.9	10	10,9	16,7	8,2	5,8

TIRANTI					PUNTONI					
i_A	i_1	i_2	d_A	d_2	h_A	h_1 h_2	h_3 h_4	v_1 v_2	d_1	d_3
2,7	5	6,1	1,3	1,1	2,9	3,6	5,8	0,4	1,8	0,3

Asta	i_A	h_A	h_1+h_2	h_3+h_4	d_A	d_1 d_2 d_3	i_1	i_2
Sforzo	0,686	0,732	1,053	2,288	0,507	0,796	1,672	2,910

« Le sollecitazioni trasmesse dal carrello port'argano ad una delle due travi princi-
« pali del ponte non dovranno superare quelle dello schema di carico seguente:

schema che, per una portata al gancio di 10 T., corrisponde ad una tara del carrello di:

$$2 \times (4 + 3) - 10 = 4 \text{ tonn.}$$

Noti così in prima approssimazione tutti gli elementi del carico sulla trave, furono calcolati gli sforzi massimi nelle singole aste come somma di due termini: il primo termine è lo sforzo dovuto al peso proprio e si ricavò da un diagramma cremoniano, supposto insistere su ciascuno dei 9 nodi del corrente superiore un carico concentrato:

$$\frac{4000}{9} = 444 \text{ Kg.}$$

(vedi Tav. XIII).

Il secondo termine è lo sforzo massimo dovuto al carico mobile e fu calcolato per le varie aste nel modo seguente:

Asta i_8 di mezzeria.

Detto M_0 il momento flettente massimo dovuto al treno di due carichi mobili P_1, P_2 (fig. 1) ed H l'altezza teorica della trave in mezzeria, il metodo delle sezioni dà:

$$i_8 = \frac{M_0}{H}$$

Detta g la distanza del baricentro dei due carichi dal maggiore di essi (P_1) ed L la luce del ponte, il momento massimo è dato dalla:

$$M_0 = \frac{P_1 + P_2}{4\ L} (L - g)^2$$

e si verifica sotto il carico P_1 quando l'ascissa x di questo dall'appoggio A diviene:

$$x_0 = \frac{L - g}{2}$$

Nel caso nostro si ha:

$$M_0 = \frac{4 + 3}{4 \times 15{,}085} (15{,}085 - 0{,}429)^2 = 24{,}92 \text{ tm}$$

$$x_0 = \frac{15{,}085 - 0{,}429}{2} = 7{,}328 \text{ m.}$$

Avendo fissata l'altezza teorica della trave:

$$H = 1{,}30 \text{ m.}$$

risulta:

$$i_8 = \frac{M_0}{H} = \frac{24{,}92}{1{,}30} = 19{,}170 \text{ t.}$$

Altre aste dei due correnti e diagonali:

Gli sforzi massimi furono calcolati graficamente come segue (vedi Tav. XIII):

Costruito il cosiddetto poligono A (vedi: GUIDI, *Scienza delle Costruzioni*, parte IV, capitolo III, n. 43), sappiamo che le sue ordinate misurano la reazione dell'appoggio A quando il carico P_1 insiste sulla sezione considerata, essendo il carico P_2 verso destra.

Giacchè a sinistra di P_1 la reazione A è l'unica forza esterna, scomponendo detta forza secondo le tre aste tagliate dalla sezione presa in esame, conosceremo gli sforzi nelle aste stesse.

Lo stesso grafico ci fa conoscere gli sforzi massimi nelle due aste estreme, che si verificano quando P_1 insiste sull'appoggio A.

Montanti verticali.

Gli sforzi massimi V_1, V_2 nei montanti furono così calcolati:

Considerata la terna di nodi 3, 4, 5 (fig. 2) cioè:

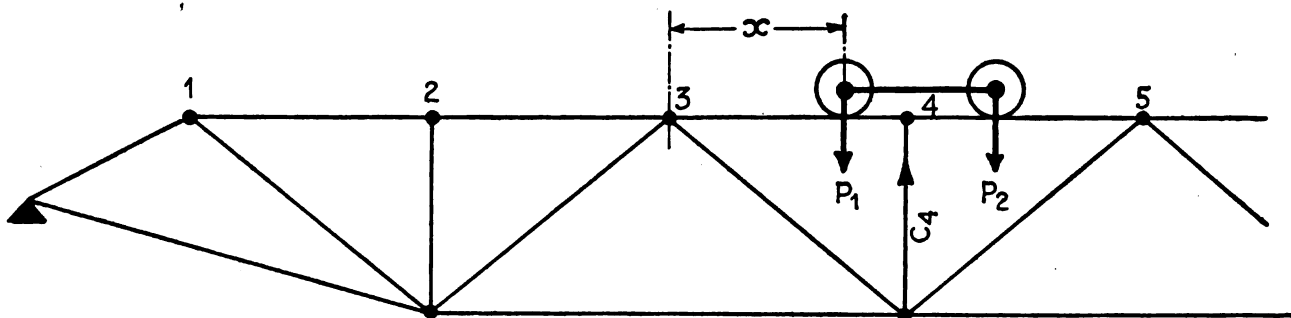



Fig. 2 - Sforzi nei montanti

il nodo corrispondente all'estremità superiore di un montante e i due adiacenti; supposto il carico P_1 sulla campata 3-4 e il carico P_2 sulla 4-5; ammesso che i tre nodi siano allineati, e che il corrente sia continuo sul nodo 4 e semplicemente appoggiato in 3 e 5, l'espressione della reazione C_4 nel nodo 4, in funzione dell'ascissa x di P_1 dal nodo 3, risulta della forma:

$$C_4 = m\,x^3 + n\,x^2 + p\,x + q$$

essendo m, n, p, q coefficienti numerici.

Derivando rispetto ad x ed eguagliando a zero si ottiene un'equazione di secondo grado, dalla quale si ricava il valore dell'ascissa x che dà luogo alla reazione massima nel nodo 4.

A calcoli numerici fatti risulta:

$$x_0 = 119 \text{ cm.}$$

e il corrispondente valore di C_4:

$$C_{4\,\max} = v_1 = v_2 = 6.1 \text{ tonnellate.}$$

I risultati dei calcoli relativi agli sforzi nelle aste sono riassunti nella *Tabella A*.

La *Tabella B*, oltre agli sforzi totali nelle aste, contiene le indicazioni relative ai profilati impiegati per i varî gruppi di aste e le sollecitazioni unitarie massime.

Il calcolo dei puntoni si è fatto con la formula del Tetmajer (1): le lunghezze libere di flessione l_0 furono stabilite in relazione alle effettive condizioni di attacco delle singole aste (vedi disegno tav. XII) moltiplicando per un coefficiente che va da 0,4 a 0,85 le lunghezze teoriche l.

Per il corrente superiore si deve tener conto anche della sollecitazione locale dovuta al passaggio di una ruota tra due nodi. Si è ammesso, come è consuetudine, un momento secondario massimo

$$M_s = \frac{1}{6} P_1 \, 1 = \frac{4 \times 160}{6} = 107 \text{ t. cm.}$$

che induce una sollecitazione nella fibra estrema dei ferri a [NP. 18.

$$10 \frac{M_s}{W_{x}} = \frac{107 \times 10}{2 \times 151} = 3{,}55 \text{ kg./mmq.}$$

da aggiungersi a quella di compressione

$$10 \frac{S + s}{F} = \frac{225}{2 \times 28} = 4{,}02 \text{ Kg./mmq.}$$

La sollecitazione totale

$$3{,}55 + 4{,}02 = 7{,}57 \text{ kg./mmq.}$$

risulta all'incirca quella ammessa dalle tabelle del Tetmajer (7,58), supponendo che l'eventuale inflessione dovuta al « flambage » avvenga nel piano verticale, cioè nello stesso piano in cui ha luogo l'inflessione dovuta ad M_s, il che sembra potersi ammettere sicuramente.

II.

Calcolo dei cordoni saldati.

Da una serie di esperienze fatte su giunzioni saldate, di tipo analogo a quelle adottate per unire le aste delle travi principali, si sono ricavate le resistenze unitarie a rottura da introdursi nel calcolo.

Si riportano nelle fig. 3 e 4 i due tipi principali di provini sui quali fu sperimentato: fig. 3 a trazione e fig. 4 a compressione.

In questi provini la sezione trasversale dei cordoni di metallo d'apporto è un triangolo rettangolo isoscele; i cordoni sono longitudinali, cioè il loro asse è parallelo alla direzione dello sforzo.

Altre esperienze furono fatte su provini a cordoni trasversali, cioè con asse perpendicolare alla direzione dello sforzo (fig. 5).

Alcuni provini furono strappati lasciando i cordoni grezzi di saldatura, altri piallando prima i cordoni, in modo da poterne determinare la sezione con più precisione.

Nei provini a cordoni longitudinali la rottura avvenne sempre secondo il piano bisettore del diedro di saldatura in tutti e quattro i cordoni del provino.

(1) Sollecitazione ammissibile nell'asta caricata di punta: $\sigma = \frac{10}{c}$ Kg/mmq. essendo $c = \frac{3{,}8}{5{,}1 - 0{,}0114 \; l_0/\rho}$.

I provini erano stati saldati da due operai bene addestrati, usando elettrodi rivestiti; alcuni con saldatrice a corrente continua, altri con saldatrice a corrente alternata.

In base all'esito di queste prove fu stabilito il valore del carico di rottura da assumere con pieno affidamento nei calcoli.

Tanto per i cordoni longitudinali quanto per quelli trasversali risultò, in media, che ogni centimetro di cordone, avente per sezione normale un triangolo rettangolo isoscele, con cateti di mm. 10 si rompe sotto uno sforzo di Kg. 2000 circa.

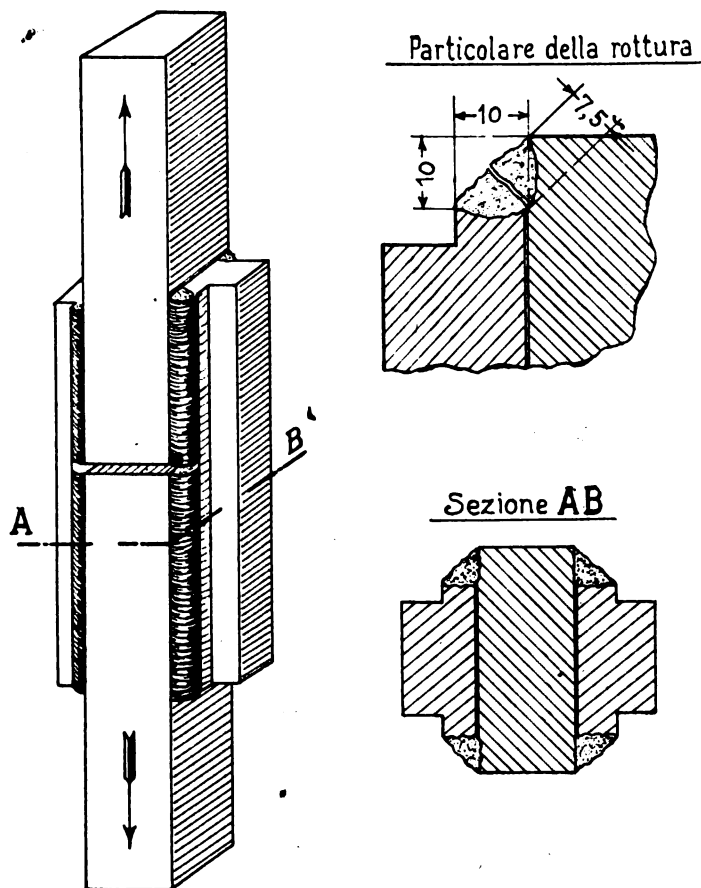



Fig. 3.

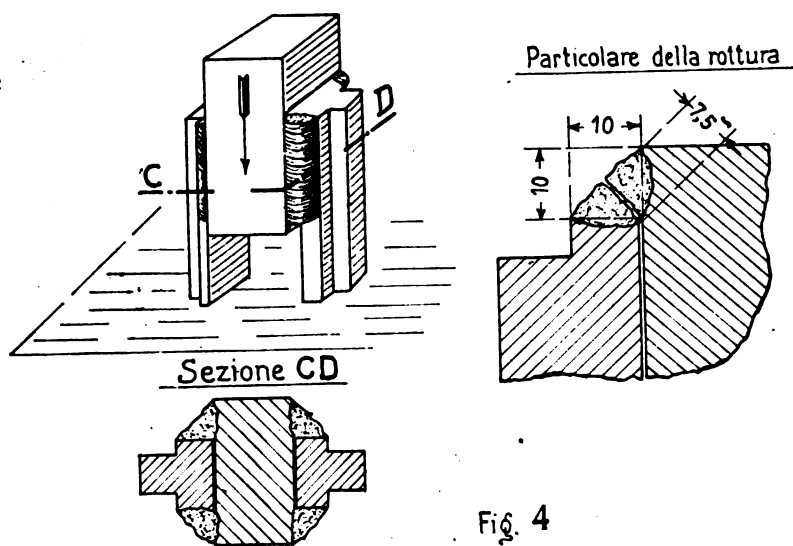



Fig. 4

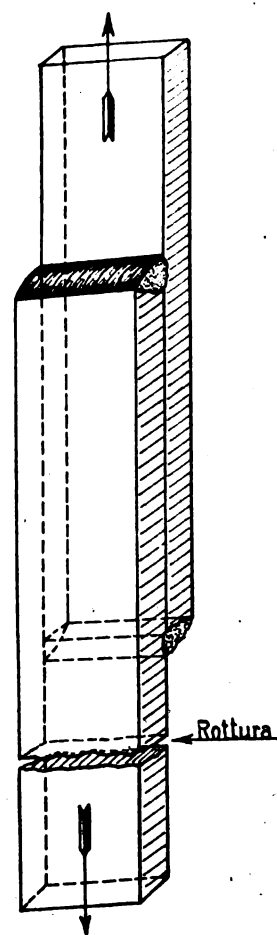



Fig. 5

Se lo spessore del cordone (cateto del triangolo) è diverso da mm. 10, lo sforzo sotto cui si rompe il provino — per ogni centimetro di lunghezza del cordone — varia all'incirca proporzionalmente allo spessore, il che corrisponde ad un carico unitario di rottura costante (circa 27 kg.-mmq. al taglio), rispetto alla sezione longitudinale del cordone fatta col piano bisettore del diedro.

Si noti però che i cordoni sottili (cateto di mm. 5) non riescono praticamente abbastanza omogenei per assegnare ad essi un valore esatto di resistenza; si è quindi avuto cura di scegliere — per la costruzione delle travi principali — angolari a costola di spessore non inferiore ad 8 mm., impiegando quelli più sottili soltanto nelle strutture secondarie.

Ecco, dunque, come si sono fissate le lunghezze dei cordoni:

Cordoni longitudinali che uniscono l'estremità di un angolare alla piastra nodale (*fazzoletto*).

Ammesso (fig. 6) che lo sforzo lungo l'asta sia baricentrico, nell'unione alla piastra esso si scinderà in due componenti parallele, di intensità inversamente proporzionale alle rispettive distanze dei lembi saldati dall'asse baricentrico.

Determinato il carico totale di rottura dell'asta (espresso in tonnellate, in base ad un carico unitario di rottura di 3,8 t.-cmq.), si divide per la resistenza a rottura (in tonnellate per centimetro lineare) che compete ad un cordone di spessore alquanto inferiore a quello dell'angolare (Vedi figure in calce alla Tabella C).

Si avrà così la lunghezza complessiva dei cordoni.

Questa viene ripartita in due parti inversamente proporzionali alle distanze dei lembi dal baricentro; su ciascuna lunghezza parziale, così determinata, si pratica un arrotondamento in più di qualche millimetro, volendo tener conto del fatto che i due estremi del cordone sono, di solito, inquinati da scorie.

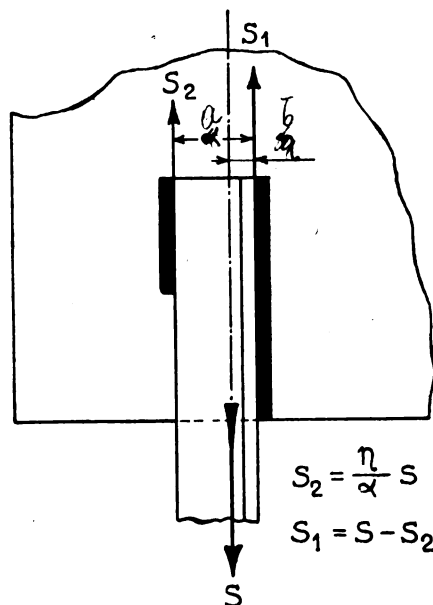
Fig. 6.

Le resistenze dei cordoni a rottura, per unità di lunghezza, furono stabilite come segue:

per l'angolare	65 × 65 × 11	1,9 t./cm.
» »	55 × 55 × 10	1,75 »
» »	40 × 40 × 8	1,5 »

La *Tabella C* riassume i calcoli relativi alle lunghezze dei cordoni per i tre angolari principali impiegati nella costruzione della gru.

Cordoni di unione delle piastre nodali ai correnti.

Questi cordoni non sono sottoposti a sforzi longitudinali, ma a sforzi di direzione variabile secondo la posizione del carico. Anzichè calcolarne direttamente la lunghezza, si è proceduto così:

Disegnato il fazzoletto in maniera da soddisfare alla condizione che tutte le aste convergano coi loro assi nel nodo, si verifica che la larghezza del fazzoletto stesso, che sarà totalmente utilizzata per l'unione al corrente con saldatura, non sia inferiore alla somma delle lunghezze dei cordoni d'unione alla piastra delle aste di parete convergenti nel nodo.

Esempio: Nodo n. 3 (fig. 7).

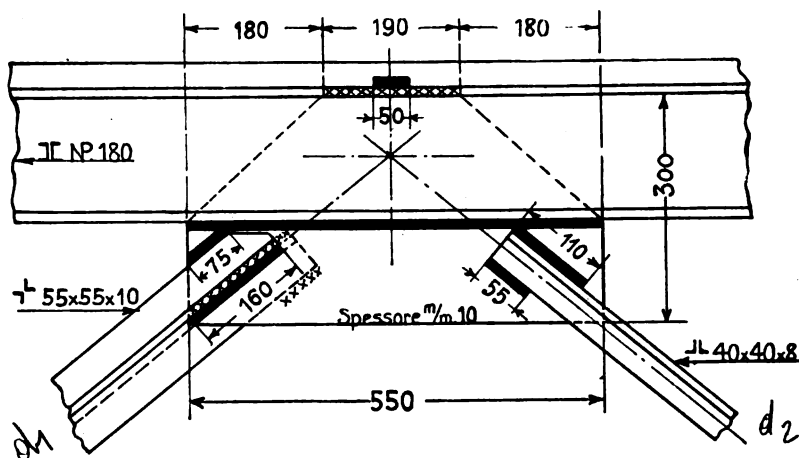



Fig. 7

Lunghezza dei cordoni saldati delle aste di parete *d*1 (puntone), *d*2 (tirante):

d_1) : 2 × (16 + 7,5) = 47 cm.
d_2) : 2 × (11 + 5,5) = 33 »

somma 80 cm.

Lunghezza dei cordoni di unione delle piastre al corrente:

2 × 55 = 110 cm.

Questa verifica ci assicura che l'unione della piastra al corrente ha una resistenza sufficiente, anzi — in generale — esuberante.

Infatti, la forza che sollecita i cordoni di unione al corrente è la risultante degli sforzi nelle aste di parete concorrenti nel nodo e l'intensità di essa è sempre inferiore alla somma dei valori assoluti degli forzi stessi.

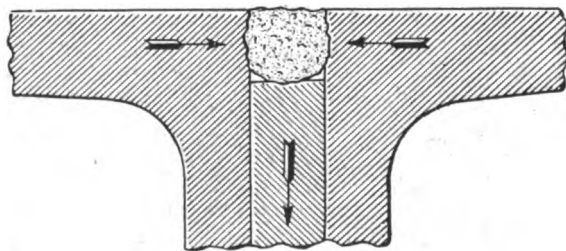



Fig. 8

Si nota infine che i tratti di saldatura a sezione quadrata compresi tra i due ferri abbinati — tanto del corrente superiore che del corrente inferiore — e il bordo esterno della piastra nodale non sono stati considerati nei calcoli. Questi cordoni infatti, mentre raggiungono lo scopo di assicurare un buon collegamento trasversale dei ferri abbinati, non darebbero affidamento rispetto alle forze in giuoco nel piano della trave, essendo difficile penetrare bene negli angoli (vedi fig. 8).

Travi di testa e loro unione alle travi principali.

Come già accennato, la trave di testa è costituita da due ferri a [abbinati, tra i quali si imperniano le *ruote-ingranaggio* come in fig. 9.

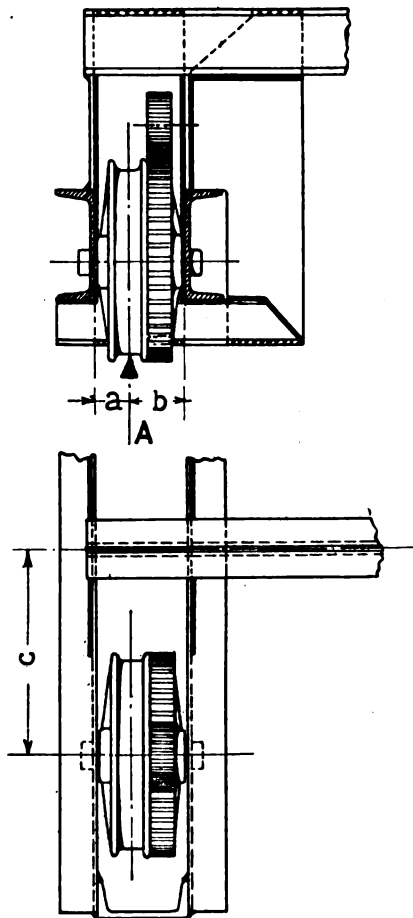



Fig. 9

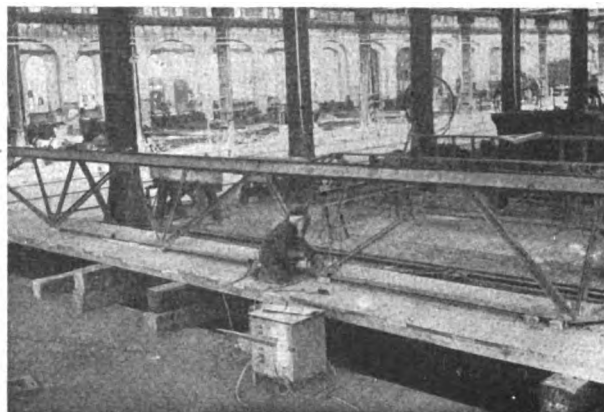



Fig. 10

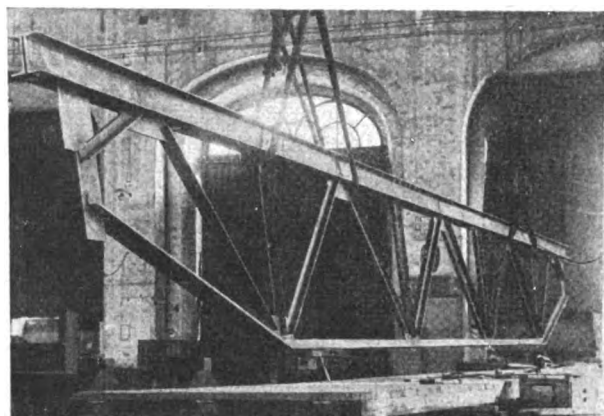



Fig. 11

Detta A la reazione trasmessa dalla ruota, la quota parte sostenuta dal ferro più caricato è:

$$F_1 = \frac{b}{a + b} A$$

e il momento flettente M_f nella sezione più affaticata (quella di attacco alla trave principale):

$$M_f = F_1 \times c$$

Il massimo valore della reazione A risulta dal grafico (tav. XIII) ed è:

$$A_{\max} = 6{,}8 \text{ tonnellate}$$

Dal disegno (tav. XII) si ha (in centimetri):

$$b = 15{,}5; \quad a = 8{,}5; \quad c = 55$$

Fig. 12

Risulta pertanto:

$$M_r = 6{,}8 \frac{15{,}5}{24} 55 = 242 \text{ t. cm.}$$

Scegliendo, come si è fatto, il profilo normale [_ n. 30 il cui momento resistente è:

$$W_r = 535 \text{ cmc.}$$

risulta un valore molto prudente della sollecitazione:

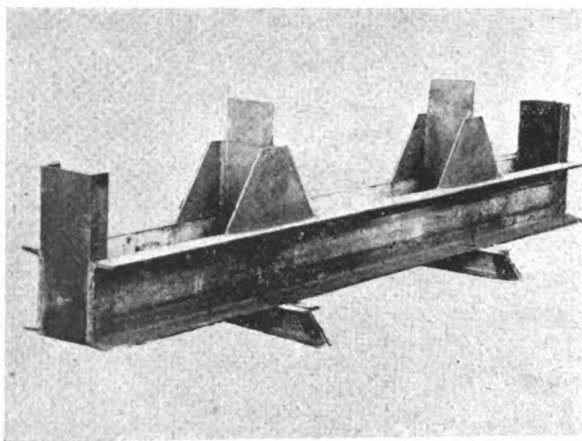
$$\sigma = 10 \frac{M_r}{W_r} = 4{,}5 \text{ Kg./mmq.}$$

Il collegamento delle travi principali con le travi di testa è stato disegnato in modo da ottenere una buona rigidità con poco impiego di materiale, utilizzando al massimo le possibilità che offre la saldatura. La tav. XII e le figg. 11, 12, 13 mostrano chiaramente i particolari di queste unioni. Si omette il calcolo di verifica, essendo stati dimensionati ad esuberanza tanto i ferri che i cordoni saldati.

Fig. 13

III.

Costruzione e collaudo.

Fu preparato un solido banco di legno, sul quale poteva comodamente essere adagiata una intera trave. Tagliati i ferri esattamente a misura, la trave veniva imbastita con ordinari morsetti da calderaio e posta inclinata a circa 45° sul banco, come vedesi nella fig. 10.

Questa posizione inclinata risultò la più favorevole per la saldatura, facilitando per gravità l'eliminazione della scoria.

Furono dapprima saldate le due travi verticali di controvento, poi le testate, indi le travi principali. Facendo dapprima appuntature opportunamente distribuite si riuscì a ridurre a cosa di poco momento la deformazione nelle travi per effetto del ritiro dei cordoni saldati; ultimata la saldatura fu sempre possibile raddrizzare a freddo con ben assestati colpi di mazza.

Costruite le quattro travi verticali e le due di testa, fu imbastito il ponte su cavalletti, furono saldate le unioni delle travi alle testate, infine fu completata la controventatura, furono applicati i sostegni dei meccanismi di traslazione, la banchina di lamiera striata, le rotaie.

È opportuno far rilevare come nel disegno (tav. XII) i profilati abbinati costituenti i correnti superiore e inferiore tanto delle travi principali come delle secondarie figurano in un sol pezzo.

Le lunghezze commerciali dei ferri essendo di 7 metri circa, ogni corrente ha due giunti saldati. Questi giunti furono eseguiti semplicemente attestando i due ferri dopo averli smussati, e riempiendo il canale a *V* con saldatura; soltanto nei sottili angolari dei controventi (spessore mm. 4) si sentì il bisogno di rafforzare il giunto con squadrette; invece i giunti dei ferri a [e degli angolari 65 × 65 × 11 delle travi principali non hanno altro rinforzo che un lieve soprametallo.

Salvo piccoli tratti delle giunzioni finali, dovuti saldare di sotto in su, che richiesero elettrodi speciali (i cosiddetti « sopratesta »), tutte le strutture furono saldate con elettrodi « Tensilend » rivestiti per immersione, forniti dalla Ditta « Homberger » di Genova, usando una saldatrice « Arcos » a trasformatore statico della stessa Ditta.

Un solo operaio saldatore, della Officina di Torino, lavorò alla costruzlne del ponte.

Il peso dell'ossatura completa del ponte, primo termine della formula (1) risultò:

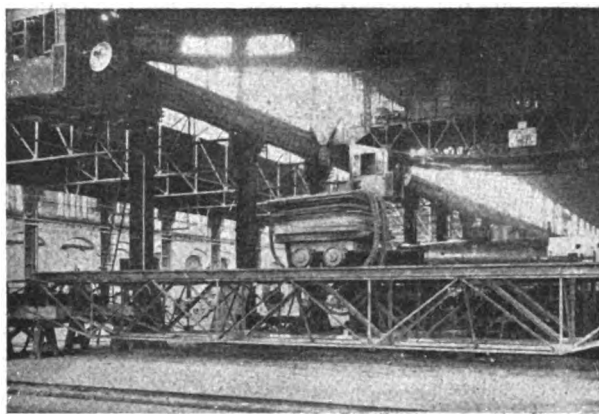
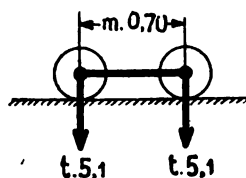
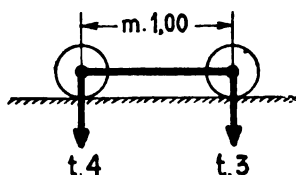
Kg. 5500

in confronto dei Kg. 7300 preventivati in base al valore medio di analoga costruzione inchiodata.

L'economia di peso dovuta alla saldatura è quindi circa il 25 % e si spiega notando anzitutto che nella costruzione chiodata, per tener conto dell'indebolimento dovuto ai fori, si debbono impiegare profilati di maggior sezione; inoltre che nella costruzione saldata tutti i collegamenti si possono fare senza impiego di parti intermedie, mentre invece nella costruzione chiodata sono indispensabili squadre, coprigiunti, ecc., che aumentano notevolmente il peso; che infine nella costruzione saldata le dimensioni dei fazzoletti risultano più ridotte.

Fig. 14

Finita l'opera, si sottopose alla prova statica seguente:

Poggiate le testate su cavalletti, in modo da far corrispondere i quattro appoggi alla posizione prevista per le ruote, fu collocato e fatto scorrere sulle rotaie del ponte un carrello carico di lamiere di rame (vedi fig. 14) del peso lordo di Kg. 20.400.

La distanza tra le ruote di detto carrello essendo m. 0,70, ciascuna trave venne sottoposta durante la prova a sovraccarico mobile secondo lo schema:

in confronto di quello assunto in progetto:

Ricalcolando in base allo schema di prova lo sforzo nell'asta i_2 (mezzeria del corrente inferiore) si trova:

$$i_2' = \frac{M_0'}{H} = \frac{10,2}{4 \times 15,085} (15,085 - 0,35)^2 \frac{1}{1,30} = 28,2 \text{ Tonn.}$$

in confronto di:

$$i_2 = 19,170 \text{ tonn.}$$

dovuto al carico normale.

Lo sforzo dovuto al peso proprio, per contro, è — nella prova — minore di quello assunto nei calcoli, sia per il minor peso effettivo dell'ossatura rispetto a quello calcolato, sia perchè la prova fu fatta senza l'apparecchiatura. Il peso proprio gravante sulla trave dal lato della banchina all'atto della prova si può valutare 2500 Kg. (quello assunto fu 4000 Kg.).

Lo sforzo totale di prova nell'asta i_2 è pertanto:

$$28,2 + \frac{25}{40} 6,1 = 32 \text{ tonnellate}$$

in confronto di:

$$19,2 + 6,1 = 25,3 \text{ tonnellate}$$

dovute al carico normale.

La sollecitazione unitaria di prova nell'asta i_2 risulta:

$$10 \times \frac{32}{2 \times 13} = 12,3 \text{ Kg./mmq.}$$

in confronto dei 9,7 Kg./mmq. dovuti al carico normale.

Il cedimento elastico in mezzeria, sotto il carico di prova risultò *dodici millimetri.*

Il carico fu prima fatto scorrere sulle rotaie in modo da cimentare fino al valore

massimo tutte le aste e — di conseguenza — tutte le saldature; poi fu lasciato alcune ore in mezzeria.

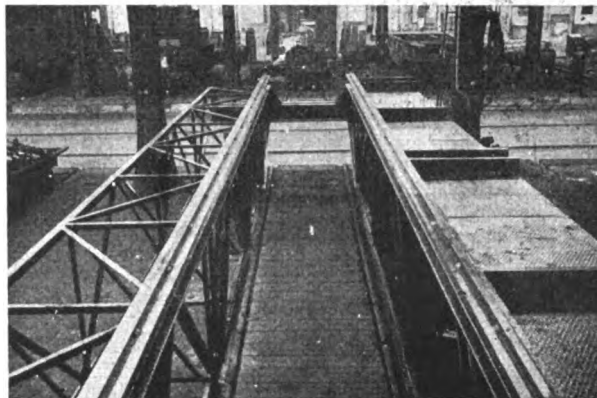
Sotto carico furono ispezionate le saldature (che sono quasi tutte accessibili), con risultato pienamente favorevole.

Tolto il carico, non risultò alcun apprezzabile cedimento permanente.

La tabella *D* e il grafico della tav. XIII riguardano il calcolo della freccia teorica sotto il carico di prova (teorema dei lavori virtuali) nell'ipotesi di articolazione dei nodi.

Fig. 15

La freccia effettiva (12 mm.) risulta inferiore a quella teorica (16 mm.) il che si spiega con la maggiore rigidità della trave vera, specie verso le due estremità, rispetto allo schema cremoniano.

La *fig.* 15 dà la vista d'insieme del ponte ultimato.

IV.

Raffronto economico tra la costruzione chiodata e quella saldata.

Il minor peso (Kg. 5500 contro 7300) della struttura saldata rispetto a quella chiodata porta di conseguenza un minor costo, non solo per il risparmio di materiale, ma anche per la minore lavorazione. È notorio infatti che il costo delle opere in ferro è sensibilmente proporzionale al loro peso; almeno finchè si resta in una stessa categoria di costruzioni; così può assumersi, ad esempio, un prezzo unitario costante per ponti ferroviari entro limiti estesissimi di peso totale dell'opera; analogamente per i ponti da gru, anche di portata e luce molto diversa, il costo unitario (L.-Kg.) risulta sensibilmente costante.

Volendo tuttavia tener conto del fatto che l'imbastitura del ponte — nel caso della costruzione saldata — viene fatta con applicazione di morsetti, mentre nella costruzione chiodata la stessa operazione si fa più agevolmente a mezzo di chiavarde e di spine introdotte nei fori d'imbastitura, fori che vengono poi utilizzati per la chiodatura, si può assegnare — nella costruzione saldata — un prezzo unitario alquanto maggiore per l'imbastitura. Per quanto risulta dalla pratica di Officina la maggiorazione da farsi non supera il 10 %.

In base ai suesposti concetti si è fatta l'analisi comparativa del costo del ponte da gru chiodato e dello stesso saldato elettricamente coi risultati seguenti:

Ponte chiodato

Detto:

f il costo unitario (riferito al peso effettivo della costruzione e non a quello di prelievo) dei profilati, lamiere e chiodi a pie' d'opera;

m il costo unitario (c. s.) di preparazione ferri e imbastitura (spese generali comprese);

c il costo unitario (c. s.) di foratura e chiodatura (spese generali comprese);
P il peso del ponte finito;
G il costo totale del ponte chiodato;

si ha: $$G = (f + m + c)\, P$$

Ponte saldato

Detto:

f' il costo unitario (riferito al peso effettivo della costruzione e non a quello di prelievo) dei profilati e lamiere a piè d'opera;
e il costo unitario (c. s.) degli elettrodi;
m' il costo unitario (c. s.) di preparazione ferri e imbastitura;
s il costo unitario (c. s.) di saldatura;
P' il peso del ponte saldato;
G' il costo totale del ponte saldato

si ha: $$G' = (f' + e + m' + s)\, P'$$

Il costo dell'energia elettrica erogata per saldatura risulta così modesto che non si espone a parte, ritenendolo incluso nelle spese generali, notando che nella costruzione chiodata si ha pure erogazione di energia per azionare i trapani, scaldare i chiodi, ecc.

In base all'esperienza fatta, si possono stabilire rapporti abbastanza precisi tra i costi unitari f', e, m', s relativi al ponte saldato e i corrispondenti f, m, c del ponte chiodato.

Anzitutto si può fissare — com'è evidente — per l'identità del materiale impiegato:

$$f' = f$$

Risulta poi, da accurata verifica del consumo e della qualità di elettrodi adoperati

$$e = \frac{1}{5} \cdot f' = \frac{1}{5} f$$

Si assume, per il maggior costo di imbastitura del ponte saldato:

$$m' = 1{,}1 \text{ m.}$$

Risulta infine, da accurata analisi dei tempi:

$$s = 0{,}7 \text{ c.}$$

Essendo, come già visto: $P = 7300$; $P' = 5500$ risulta:

$$\frac{G'}{G} = \frac{f' + e + m' + s}{f + m + c} \; \frac{P'}{P} = \frac{1{,}2\, f + 1{,}1\, m + 0{,}7\, c}{f + m + c} \; \frac{55}{73}$$

Per giungere al valore numerico del rapporto $\frac{G'}{G}$, occorre stabilire i rapporti tra la mano d'opera unitaria m, c e il costo del ferro a piè d'opera f. Questi rapporti oscillano

con le condizioni del mercato, con le paghe operaie e con le spese generali d'officina; il valore attuale approssimativo può assumersi come segue:

$$\frac{m}{f} = 1,25$$

$$\frac{c}{f} = 0,75$$

Dividendo allora per f numeratore e denominatore nella formula precedente risulta:

$$\frac{G'}{G} = \frac{1,2 + 1,1 \times 1,25 + 0,7 \times 0,75}{1 + 1,25 + 0,75} \frac{55}{73} = \frac{3,1}{3} \frac{55}{73} = 0,78$$

Rapporto del tutto soddisfacente, che fa certi della convenienza economica di una costruzione saldata rispetto all'analoga inchiodata.

V.

Apparecchiatura elettrica e meccanica

A complemento delle notizie finora esposte, riflettenti la costruzione con saldatura elettrica del ponte, si ritiene opportuno aggiungere qualche dato relativo alla parte meccanica ed elettrica, fornita dalla Ditta « Officine Meccaniche di Arezzo e Nathan Uboldi » e al servizio a cui la gru è destinata.

La gru è comandata dal basso a mezzo di catenelle che agiscono sui « controller » dei singoli motori. Ogni movimento è azionato da un motore indipendente.

La velocità dei movimenti e la potenza dei motori risultano dallo specchio seguente:

	Traslazione		Sollevamento	
	ponte	carrello port'argano	gancio principale da 10 t.	gancio ausiliario da t.
Velocità	40 m/1'	30 m/1'	5 m/1'	12 m/1'
Potenza motori	8 HP.	3 HP.	24 HP.	5,5 HP.

Tutti i motori sono accoppiati ai meccanismi con giunto elastico, sul quale è montata la puleggia di un freno automatico elettromagnetico.

Le ruote del ponte sono a doppio bordino, a centro di ghisa e cerchione riportato di acciaio duro; quelle motrici hanno l'ingranaggio, a denti fresati, di pezzo col cerchione.

Le ruote del carrello porta argano, a doppio bordino, sono di acciaio fuso, in un sol pezzo.

Il tamburo dell'argano è di ghisa, a scanalature elicoidali destra e sinistra nelle quali si avvolgono i due rami di fune — in parallelo — che vanno poi alla coppia di pulegge mobili sostenente il gancio e terminano ad una puleggia di compenso (capo fisso) collegata con staffa ad una trave del carrello.

Il diametro del tamburo e delle pulegge mobili — per non affaticare la fune — è circa 500 volte il diametro del filo elementare della fune.

Questa è dimensionata in modo da strapparsi sotto un carico otto volte quello normale.

Tutti i movimenti, eccetto quello del ponte, sono muniti di interruttore automatico di fine corsa con susseguente inversione di marcia attraverso il « controller ».

Vi è inoltre un interruttore a mano — inserito subito dopo il « trolley » — azionato dal basso con catenella; quest'ultimo permette di togliere corrente prontamente in caso di bisgono.

L'energia disponibile è trifase a 250 volt e 50 periodi. Il motore da 3 HP. per la traslazione del carrello è in corto circuito; tutti gli altri sono a rotore avvolto e reostato.

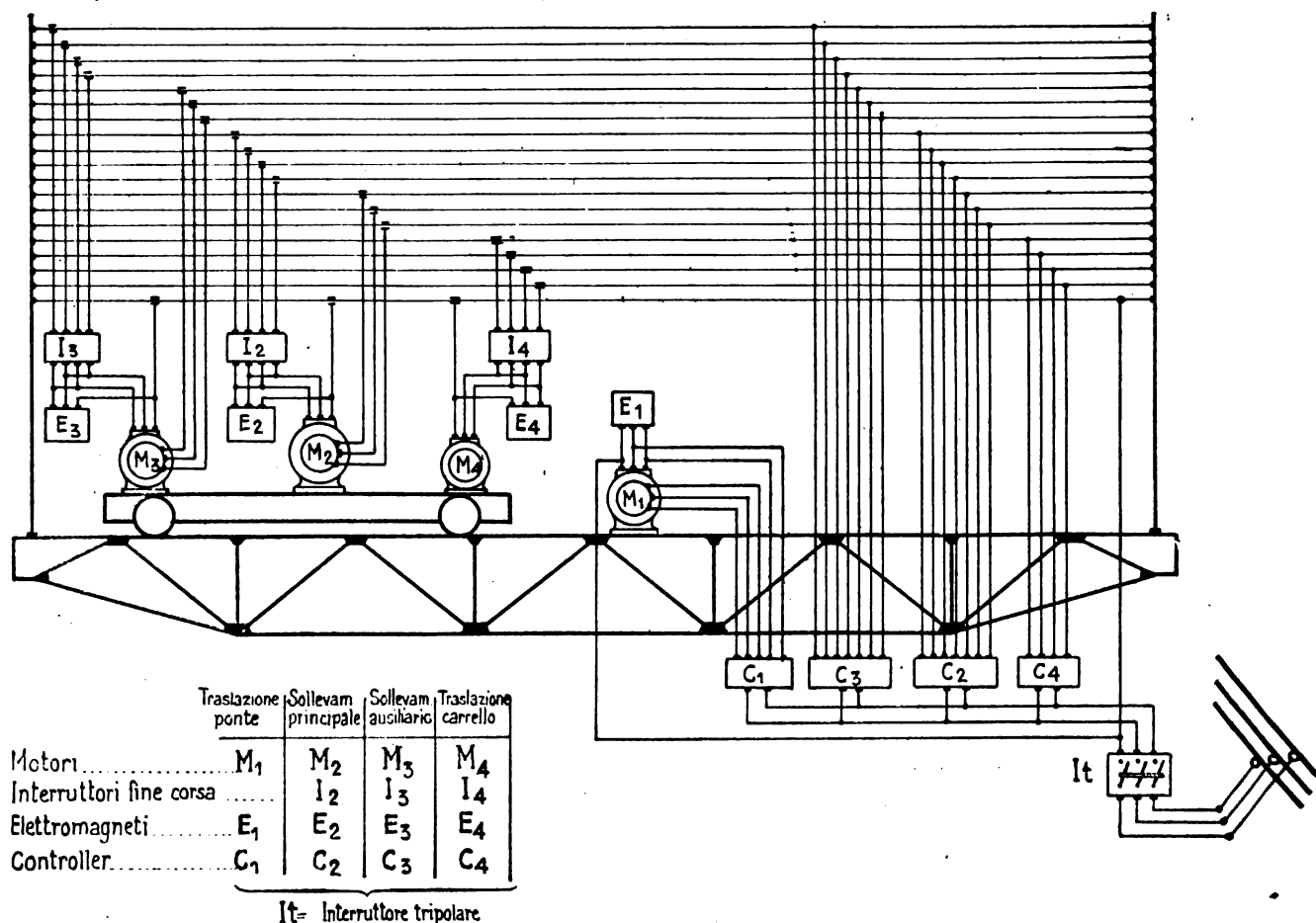



Fig. 16

La fig. 16 dà lo schema dei circuiti elettrici della gru.

La fig. 17 mostra la gru montata in opera e completa dei meccanismi.

Può avere un certo interesse raffrontare tra loro, come si fa nello specchio seguente, i pesi preventivati e quelli reali della apparecchiatura elettrica e meccanica della gru:

(') $b = 400 \sqrt[3]{PL}$ $c = 1000 \sqrt{P}$	apparecchiatura connessa col ponte (b)	carrello porta argano (c)	totale (b) + (c)
Peso preventivato dalla Ditta	1900 Kg.	3000 Kg.	4900 Kg.
Peso preventivato con la formula (') . .	2100 »	3200 »	5300 »
Peso reale			5577 »

La gru è a servizio del « Reparto riparazione meccanica dei motori di trazione dei locomotori trifasi » (Officina di Torino). Non deve mai manovrare motori completi (che eccedono la sua portata), essendovi nella stessa navata altre gru con portata al gancio di 25 tonn. Deve invece frequentemente manovrare statori e rotori sciolti (pesanti 7 ad 8 tonnellate), controller, scudi, ecc., materiali varî occorrenti per la riparazione dei motori, assi montati di locomotori per la loro verifica sul piano a tracciare ed eventuale piazzamento sulla rettificatrice dei perni di manovella.

Fig. 17

La utilizzazione intensa prevista per questa gru sarà una prova decisiva sul comportamento delle saldature anche nei riguardi delle sollecitazioni dinamiche e delle vibrazioni.

A esperimento compiuto, il Servizio Materiale e Trazione potrà così decidere in base a dati precisi e direttamente controllati, se ammettere o meno nei capitolati d'appalto la costruzione con saldatura elettrica nelle gru a ponte e in altre opere metalliche.

L'esperienza diretta acquisita fino ad oggi — indipendentemente dalle notizie di opere anche di gran mole eseguite all'estero nel campo che ci interessa — fa certi della piena riuscita delle costruzioni saldate e spinge a dare ad esse notevole impulso, sia per apportare all'Amministrazione un beneficio economico, sia per contribuire — sia pure con una modesta serie di studî ed esperienze — al perfezionamento tecnico, nell'interesse della Nazione.

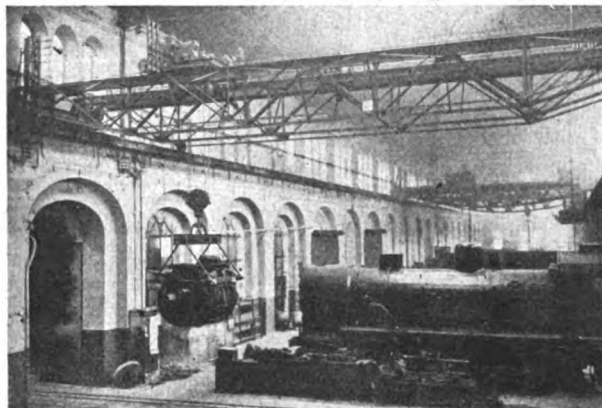



TABELLA A.

ASTE COME DA SCHEMA FIG. 1

	Tiranti					Puntoni					
Sforzi (tonn.)	i_A	i_1	i_2	d_A	d_2	h_A	h_1 h_2	h_3 h_4	v_1 v_2	d_1	d_3
Da peso proprio s . . .	2,7	5	6,1	1,3	1,1	2,9	3,6	5,8	0,4	1,8	0,3
Da peso mobile S . . .	9,3	14,7	19,2	5,8	6,9	10	10,9	16,7	6,1	8,2	5,8
Totale $s + S$	12	19,7	25,3	7,1	8	12,9	14,5	22,5	6,5	10	6,1

TABELLA B.

ASTE COME DA SCHEMA FIG. 1	Tiranti					Puntoni					
	i_A	i_1	i_2	d_A	d_2	h_A	h_1 h_2	h_3 h_4	v_1 v_2	d_1	d_3
Sforzo totale $s + S$ (tonnellate)	12	19,7	25,3	7,1	8	12,9	14,5	22,5	6,5	10	6,1
Profilo (dimensioni in m/m.)	65 × 65 × 11			40 × 40 × 8		55 × 55 × 10	*NP* 18		40 × 40 × 8	55 × 55 × 10	
Area della sezione F (cm²)	2 × 13			2 × 5,8		2 × 10	2 × 28		2 × 5,8	2 × 10	
Raggio d'inerzia ρ (cm.)	—	—	—	—	—	1,62	6,95		1,46	2,03	
Lunghezza teorica l (cm.)	—	—	—	—	—	127	160		130	206	
Lunghezza libera l_0 (cm.)	—	—	—	—	—	0,4 l	0,85 l		0,8 l	0,8 l	
Coefficiente del Tetmajer c	—	—	—	—	—	1,39	1,32		1,66	1,75	
Sollecitazione unitaria dovuta ad $S + s$ . . . . σ_1 (kg/mm²)	—	—	9,7	—	6,9	6,5	—	4,02	5,6	5	—
Sollecitazione unitaria dovuta al momento secondario Ms . . . . . . σ_2 (kg/mm²)	—	—	—	—	—	—	—	3,55	—	—	—
Sollecitazione unitaria totale $\sigma_1 + \sigma_2$ . . . . . (kg/mm²)	—	—	9,7	—	6,9	6,5	—	7,57	5,6	5	—
Sollecitazione unitaria massima ammessa . . $\frac{10}{c} = \sigma$ (km/mm²)	—	—	10	—	10	7,2	—	7,58	6,02	5,72	—

55 x 55 x 10 ρ=2,03

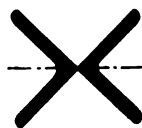
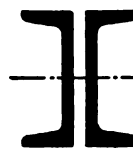



TABELLA C.

Dati relativi al profilato							Dati relativi al cordone di saldatura							
dimensioni in m/m				F area sezione cm²	Carico di rottura		spessore del cordone in m/m s¹	carico di rottura t/cm	lunghezza del cordone cm.					
					unitario	totale			totale		ripartizione			
									netta	arrotond.	netta		arrotondata	
	α	η	s		t/cm²	tonnellate			$c_1 + c_2$	$c'_1 + c'_2$	c_1	c_2	c'_1	c'_2
65×65×11	65	20	11	13	3,8	49,4	9	1,9	26	28	18	8	19	9
55×55×10	55	17,2	10	10	3,8	38	8,5	1,75	21,7	24	14,9	6,8	16	8
40×40×8	40	12,8	8	5,8	3,8	22	7	1,5	14,7	17	10	4,7	11	6

TABELLA D. — **Calcolo della freccia**

Asta	S_0	l	F	$S_0^2 \frac{l}{F}$
$h_1 + h_2$	1,053	320	2 × 28	6,34
$h_3 + h_4$	2,288	320	2 × 28	29,80
i_1	1,672	320	2 × 13	34,45
h_A	0,732	126,8	2 × 10	3,39
i_A	0,686	284,3	2 × 13	5,15
d_A	0,507	206,2	2 × 5,8	4,57
d_1	0,796	206,2	2 × 10	6,52
d_3	0,796	206,2	2 × 10	6,52
d_2	0,796	206,2	2 × 5,8	11,26
	$\frac{1}{2} \Sigma^1 S_0^2 \frac{l}{F} =$			108 —
	$\Sigma^1 S_0^2 \frac{l}{F} =$			216 —
i_2	2,910	320	2 × 13	104 —
	$\Sigma S_0^2 \frac{l}{F} =$			320 —

(1)
S_0 — Sollecitazione dovuta al carico uno concentrato in mezzeria (tonnellate)
l — Lunghezza teorica dell'asta (centimetri).
F — Area della sezione » (cm^2).
E — Modulo di elasticità (t/cm^2).
P — Carico di prova in mezzeria (tonnellate).
f — Freccia elastica in m.m.

$$f = 10 \frac{P \Sigma S_0^2 \frac{l}{F}}{E} = \frac{10 \times 10{,}2 \times 320}{2040} = 16 \text{ m. m.}$$

(1) Determinati col diagramma Cremoniano Tavola XIII.

Nella Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato.

L'ing. Cesare Oddone ha lasciato col 1º maggio la carica di Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato, che aveva tenuto per sette anni. Egli è stato collocato a riposo in seguito a domanda, motivata da ragioni di salute.

È stato chiamato a succedergli l'ing. Luigi Velani, che lo aveva coadiuvato nella direzione dell'azienda come Vice-Direttore Generale.

Sarebbe superfluo illustrare su queste pagine l'opera svolta negli ultimi anni dagli ingegneri: Oddone e Velani, perchè essa è strettamente connessa ai progressi che, sotto la guida del Ministro Ciano, ha compiuto il nostro Paese nel campo ferroviario.

I due nomi, vanto dell'ingegneria ferroviaria italiana, sono nel nostro Comitato di Redazione come quelli di due autorevoli ed attivissimi membri, cui il periodico deve gran parte del suo successo.

Influenza del tipo di macchina di prova nelle prove a compressione

Redatto dall'ing. PERFETTI per incarico del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni. (Sezione ferroviaria).

Riassunto. — L'Autore fa vedere che, per la buona riuscita delle prove a compressione, non è sufficiente aver macchine di prova senza errore nelle sue letture dei carichi, ma occorra anche tener conto dei rapporti intercedenti tra le dimensioni dei provini e dello snodo sferico di cui la macchina è fornita.

Molti esperimentatori avevano già notato che i risultati delle prove a compressione di identici provini non erano uguali se venivano effettuati su macchine diverse, anche se perfettamente tarate.

Presso questo Istituto quando i provini di cemento superano carichi unitari di 620 chilogrammi non è possibile procedere alla rottura con la macchina che si usa normalmente per tale prova (da 31 tonn.) e si deve ricorrere ad una macchina della portata di 250 tonn. con scala a 50 tonn.

Si era anche qui notato più volte che con la macchina grande i risultati precipitavano del 10 % ed anche più.

È ovvio che le macchine di prova debbono essere organi che diano risultati sempre corrispondenti alle condizioni fisiche dei materiali e quindi tali risultati debbono essere uguali, anche se le caratteristiche costruttive delle macchine usate sono diverse e perciò si è studiato e ricercato quali possano essere le coincidenze per le quali in molti casi tale principio non è rispettato.

Le cause di tale fenomeno che si sono localizzate nel funzionamento dello snodo del piatto inferiore, sono balzate evidenti dalle considerazioni teoriche che sull'argomento si sono svolte e sono state inoltre confermate sperimentalmente dalle prove all'uopo eseguite.

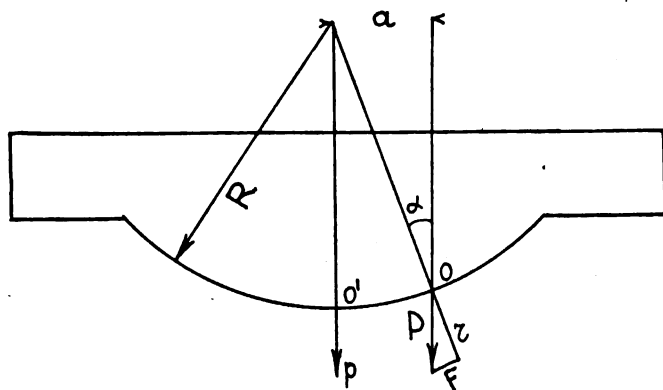
Sia di quelle che di queste, dò una breve relazione.

Nelle macchine moderne di prova a compressione il piatto inferiore ha forma di calotta sferica e poggia su di una superficie concava in modo che il piatto possa subire movimenti ed adattarsi alla faccia del provino anche se questa non è perfettamente parallela all'altra faccia combaciante con il piatto superiore che è rigido.

Se all'inizio della compressione del provino il combaciamento della faccia del provino con i piatti della pressa non è perfetto, allora una faccia toccherà il provino su di un vertice o lungo uno spigolo e quindi il piatto rigido, premendo una zona eccentrica del provino, eserciterà su di esso una forza che verrà trasmessa al piatto inferiore il quale tenderà a ruotare perchè il provino combaci con tutta la sua superficie con il piatto.

Occorre calcolare tale forza e per far ciò si formula una ipotesi semplificatrice del problema che porta ad un risultato abbastanza approssimato per gli scopi prefissi e che ha il grande vantaggio di permettere, per la semplicità della formula con la quale vien compendiato, il rapporto dei risultati sperimentali con esso.

Si consideri il caso generale che un piatto tocchi il provino in un vertice.

Sia inoltre:

R – raggio della calotta del piatto

p – peso del piatto

a – semidiagonale del provino

μ – coefficiente d'attrito fra calotta e sua sede.

La forza P verticale si scompone in due forze: F ed r. La F tangenziale è quella che tende a far avvenire il movimento di rotazione del piatto e la r, normale si compone con p, peso del piatto.

La forza F che tende a far avvenire la rotazione del piatto è data da:

$$F = P \text{ sen. } \alpha$$

La risultante di p e di r passerà per un punto intermedio fra O' ed O e precisamente al crescere graduale di P e quindi di r tale risultante si sposterà dal punto O' verso O.

In via di approssimazione si riterrà che la risultante delle forze di attrito che si oppone al moto sia la somma delle forze d'attrito delle due componenti p ed r, ossia $\mu\, p$ e $\mu\, r$.

Avendosi inoltre

$$r = P \cos \alpha$$

il movimento si avrà quando:

$$P \text{ sen. } \alpha = \mu p + \mu P \cos \alpha$$

dalla quale si ricava:

$$P = \frac{\mu\, p}{\text{sen. } \alpha - \mu \cos. \alpha}$$

e tenendo presente che

$$\text{sen. } \alpha = \frac{a}{R}; \ \cos. \alpha = \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}}$$

si ottiene in definitiva:

$$P = \frac{\mu\, P}{\frac{a}{R} - \mu \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}}} \qquad [1]$$

che spiega come avvenga il fenomeno in istudio.

CONSIDERAZIONI

P assume il valore infinito quando:

$$\frac{a}{R} = \sqrt{1 - \frac{a^2}{R^2}}$$

ossia quando:

$$a = \frac{\mu}{\sqrt{1 + \mu^2}} R$$

Poichè il coefficiente di attrito in questo caso è piccolo anche nella peggiore ipotesi che non vi sia lubrificazione $\frac{1}{5}$ si può scrivere:

$$a = \mu R \qquad [2]$$

In tal caso il piatto si presenta come rigido.

Per $a = R$

si avrebbe $P = \mu\, p$

Per a molto piccolo rispetto ad R si può trascurare il termine $\frac{a^2}{R^2}$ per cui la (1) diviene

$$P = \frac{\mu\, p\, R}{a - \mu R} \qquad [3]$$

APPLICAZIONE DELLA FORMULA (1) ALLE MACCHINE DI PROVA IN ESAME

Per le macchine suddette di questo Istituto si ha:

Tipo di macchina	R m/m	p Kg.	Semidiagonale del piatto a max. = in mm.
1. Macchina da 30 Tonn.	69,5	7,520	88
2. Macchina da 250 Tonn.	171,5	86,180	226

Per cui considerando il caso in cui la calotta sia perfettamente lubrificata e quindi si abbia $\mu = 0{,}01$ e quello in cui manchi la lubrificazione e l'attrito si innalzi al valor massimo di $\mu = \frac{1}{5}$ (0,20) la forza centrante P che si eserciterebbe sui vertici di provini di lato uguale al piatto delle macchine sarebbe:

Macchina da	30	tonn.	$\mu = 0{,}01$;	P =	0,0598	kg.
» »	»	»	» $= 0{,}20$;	P =	0,410	»
» »	250	»	» $= 0{,}01$;	P =	0,66	»
» »	»	»	» $= 0{,}20$;	P =	15,450	»

Calcolando per le macchine suddette il valore limite di a per cui si annulli totalmente la funzione della calotta nei due casi estremi di attrito dalla (2) si ha:

Macchina da 30 tonn.	$\mu = 0,01$;	P = ∞	per a =	0,695 mm.
» » » »	» = 0,20;	P = ∞	» a =	13,90 »
» » 250 »	» = 0,01;	P = ∞	» a =	1,715 »
» » » »	» = 0,20;	P = ∞	» a =	34,3 »

Da tale tabella si vede che con le macchine di forte portata ancorchè abbiano scala adatta per le forze in gioco, non è conveniente effettuare rotture su cubi di piccolo lato poichè si viene in tal caso a rendere nulla la funzione dello snodo, o quanto meno si sollecita il provino, perchè lo snodo funzioni, con carichi eccentrici e che falsano sempre i risultati.

Vediamo ora quali siano i valori di P per le due macchine nelle esperienze effettuate su provini di malta di cemento che hanno 71 mm. di lato.

(a = 49,5 mm.)

	$\mu = 0,01$	$\mu = 0,20$
Macchina da 30 tonn.	P = 0,107 kg.	2,930 kg.
» » 250 »	P = 3,09 »	194,5 »

Da tale tabella risulta che mentre nella macchina da 30 tonn. la mancanza di lubrificazione fa esercitare sui vertici dei provini per porli paralleli ai piatti della macchina, forze che non possono danneggiare i provini stessi, nella macchina da 250 tonn. una deficiente lubrificazione può far sollecitare obliquamente i provini di cemento da forze (194 kg. circa) che possono danneggiarli e compromettere il risultato delle prove. Mentre al contrario la buona e accurata lubrificazione permette l'uso di tale macchina anche per provini di soli 71 mm. di lato.

Controllo sperimentale

Innanzi tutto le macchine di prova sono state tarate a mezzo di scatola di taratura e si è riscontrato l'errore costante del + 1 % in quella da 30 tonn. e del — 1 % in quella da 250 tonn.

Si sono poi fatte le seguenti esperienze con cubi di 71 mm. di lato:

1° Due serie di provini di cemento dello stesso impasto sono state rotte con due macchine nello stato in cui si trovavano dopo lungo uso e si sono avuti i seguenti risultati:

Con la macchina da 30 tonn. 425,7 kg-cm², con la macchina da 250 tonn. 365,6 kg-cm²

La macchina da 250 tonn. ha dato valori del 14,1 % inferiori a quelli ottenuti alla pressa da 30 tonn.

2° Si sono costruite tre serie di provini e si sono rotte alla macchina grande variando l'attrito e facendo le prove con giunto sferico bene oliato, pulito con benzina e cosparso di gomma arabica in polvere.

Si sono ottenuti i risultati seguenti:

	Giunto oleato	Giunto pulito	Giunto con polvere
Macchina da 250 tonn. Scala da 50 tonn.	551 kg.-cm.²	539 km.-cm.²	491 km.-cm.²

3° Rotte due serie di provini dello stesso impasto nella macchina da 30 tonn. con giunto oleato e con giunto cosparso di polvere si sono avuti i risultati di 537 e 558 kg.-cm².

4° Due serie di provini identiche si sono rotte nelle due macchine in condizioni normali con le calotte perfettamente lubrificate e si sono avuti i seguenti risultati: con la macchina da 30 tonn. 501 kg.-cm².; con la macchina da 250 tonn. 503 kg.-cm².

5° Altre due serie di provini identiche alle precedenti si sono rotte alle due macchine con calotte lubrificate, con interposizione tra i piatti di due piani di ferro perfettamente levigati e si sono ottenuti i seguenti risultati: con la macchina da 30 tonn. 487 kg.-cm².; con la macchina da 250 tonn. 513 kg.-cm².

Le esperienze effettuate stanno a dimostrare:

La 1ª, l'errore che si commette usando macchine a grande portata quali si vengono a trovare in laboratorio, per prove su provini di piccolo lato senza speciali accorgimenti; la 2ª l'importanza che ha sulle macchine con piatti di gran peso e calotta di grande raggio, le condizioni di attrito sulla calotta, la 3ª le insensibilità alle variazioni dell'attrito nelle macchine che hanno piatto leggero con calotta a raggio piccolo; la 4ª, la possibilità di ottenere con macchine grandi risultati identici a quelli avuti con macchina piccola anche su provini di piccolo lato; la 5ª in raffronto alla 4ª, la trascurabile influenza che può avere il diverso stato di levigatezza dei piatti delle macchine sui risultati.

Conclusione

Su provini identici rotti su macchine diverse si debbono poter ottenere risultati identici se, oltre che della portata delle macchine stesse, si tiene conto di tutte le caratteristiche inerenti al piatto a snodo della macchina, e della lubrificazione in ispecial modo, in rapporto al lato dei provini in esame.

Si è creduto opportuno segnalare quanto sopra poichè nè i trattati nè le ditte costruttrici delle macchine di prova, nelle istruzioni molte volte ricche di particolari, richiamano l'attenzione degli sperimentatori su tale questione che ha la sua importanza sui risultati e che spiega molte differenze riscontrate in vari laboratori e rimaste inspiegate.

Le Ferrovie del mondo nel 1928.

Dalla statistica annuale compilata dall'*Archiv für Eisenbahwesen* riportiamo le cifre relative allo sviluppo delle linee esercitate nel mondo alla fine del 1928; linee che, in confronto al 1927, sono complessivamente aumentate di 4884 chilometri.

	1927 Km.	1928 Km.	aumento Km.
Europa	405.179	406.801	+ 1622
America	606.316	606.602	+ 286
Asia	123.780	124.636	+ 856
Africa	65.390	67.607	+ 2217
Australia	49.531	49.434	— 97
Totali	1.250.196	1.255.080	+ 4884

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Nuove locomotive compound ad altissima pressione, per treni diretti, per la Ferrovia P. L. M. (*The Railway Gazette*; 31 ottobre 1930, pag. 567).

In seguito agli ottimi risultati, di esercizio e specialmente di rendimento termico, ottenuti con le prime locomotive compound ad altissima pressione, costruite dalla Ditta Henschel & Sohn, di Kassel, in collaborazione con la « German Schmidt Superheater Company », per le Ferrovie dello Stato germaniche, la Compagnia francese Paris-Lyon-Méditerranée ha fatto costruire dalle stesse Ditte, e ha già posto in esercizio, un certo numero di locomotive dello stesso tipo, destinate a trainare treni diretti pesantissimi su percorsi contenenti forti pendenze.

Fig. 1. – Nuova locomotiva compound ad alta pressione per la P. L. M.

La locomotiva (vedi fig. 1) ha quattro cilindri, di cui due interni ad alta pressione e due esterni a bassa pressione. Il rodiggio ha la notazione 4-8-2; come ruote motrici sono utilizzate quelle del secondo asse accoppiato; e ciò allo scopo di assicurare una conveniente lunghezza di biella. Tutte le parti soggette a movimento ed esposte all'azione del vapore sono lubrificate per mezzo di olio sotto pressione.

Ecco i dati principali:

Cilindri: alta pressione: diametro	mm.	240
» bassa » »	»	560
Corsa dello stantuffo: alta pressione	»	650
» » » bassa »	»	700
Diametro delle ruote: carrello	m.	1 —
» » » accoppiate	»	1,55
» » » portanti	»	1,23
Base: rigida	»	5,85
» totale	»	12,82
Area di griglia	mq.	3,9
Superficie riscaldante in caldaia	»	185
totale del surriscaldatore	»	95,5
Peso aderente	Tonn.	73
» in assetto di marcia	»	116

Veramente caratteristico è il tipo di caldaia delle nuove locomotive (vedi fig. 2). Il vapore è generato in circuito chiuso, a una pressione che, al massimo regime, può raggiungere le 110 atmosfere. Detto circuito comprende un focolare a tubi d'acqua e una camera di combustione, di cui lati ed estremità sono formati da tubi che si espandono in base sino al quadro di fondo; in alto in due serbatoi di vapore orizzontali, tra i quali si trova un serbatoio di dimensioni maggiori (diametro interno mm. 953), in acciaio al nichel. Elementi riscaldanti tubolari passano dal circuito chiuso fino all'interno di quest'ultimo serbatoio. L'acqua, venendo in contatto con questi elementi, genera vapore a 60 atmosfere, che viene utilizzato nei cilindri ad alta pressione. Il sopravanzo è completato con vapore generato alla pressione di 14 atmosfere in una caldaia a bassa pressione, del tipo ordinario a tubi con surriscaldatore. Il vapore a 60 atmosfere viene prelevato dal serbatoio relativo e portato, attraverso il surriscaldatore e il regolatore, ai cilindri ad alta pressione, dove si espande fino a discendere alla pressione di 14 atmosfere, che è, come si è detto, la pressione della caldaia a bassa. La mescolanza del vapore proveniente dai cilindri ad alta con quello generato da quest'ultima caldaia avviene, mediante un ugello di miscuglio, nella camera a fumo. In tal modo si ottiene un surriscaldamento intermedio del vapore; il quale, dopo aver lavorato nei cilindri a bassa pressione, viene scaricato nell'atmosfera. Nel caso di una troppo rapida formazione di vapore nella caldaia ad alta pressione, o di caduta di pressione nella caldaia a bassa, si può far passare vapore dalla caldaia ad alta pressione in quella a bassa, mantenendo così un corretto bilancio di pressione e di quantità di vapore, ed evitando le perdite che potrebbero risultare dall'apertura delle valvole di sicurezza.

Fig. 2. – Caldaia speciale per la nuova locomotiva ad alta pressione della P. L. M.

Le pompe di alimentazione, tanto dell'alta che della bassa pressione, sono generalmente azionate da vapore a bassa pressione surriscaldato; però, fino a che la pressione del vapore nella caldaia bassa non ha raggiunto il livello voluto, si può utilizzare anche il vapore ad alta pressione, preso attraverso le valvole di riduzione. Il sopravanzo dalle pompe di alimentazione, insieme a parte del sopravanzo dai cilindri principali, viene usata per preriscaldare l'acqua di alimentazione della caldaia.

(B. S.) L'uso di murature in mattoni munite di armature in ferro (*Engineering*; 9 gennaio 1931, pag. 34).

Il sistema di muratura in mattoni, usato fino dalla più remota antichità con un successo che tutti possono constatare in opere secolari, continua ad interessare i tecnici che cercano con opportuni dispositivi di estenderne il campo di applicazione.

In un libro intitolato: *La brique armée homogène*, il Conte Atthenout suggerisce l'adozione di speciali forme di mattoni forati, destinati a contenere ferri di rinforzo. Questi rinforzi sono gene-

ralmente di sezione rettangolare; e possono essere sussidiati, se necessario, da un rinforzo addizionale.

Il rinforzo principale è calcolato in modo da poter resistere a sollecitazioni di tensione; mentre il rinforzo supplementare è fatto per resistere alle sollecitazioni di taglio. Lo spazio tra i ferri e il corpo circostante del mattone è riempito con malta di cemento. La forma più semplice di mattone ha la lunghezza da 22 a 30 cm., la larghezza di 15 cm. Esso ha tre fori longitudinali: sono state studiate però altre forme speciali; tra le quali notevoli quelle adatte per rinforzo esterno, e adottati specialmente per pali di grandi linee di trasmissione, camini e condotte di acqua. Tale tipo di costruzione, come riferisce lo stesso autore, è adottato su grande scala nel Giappone; specialmente a causa del basso prezzo, e anche perchè è stato riconosciuto che resiste bene alle

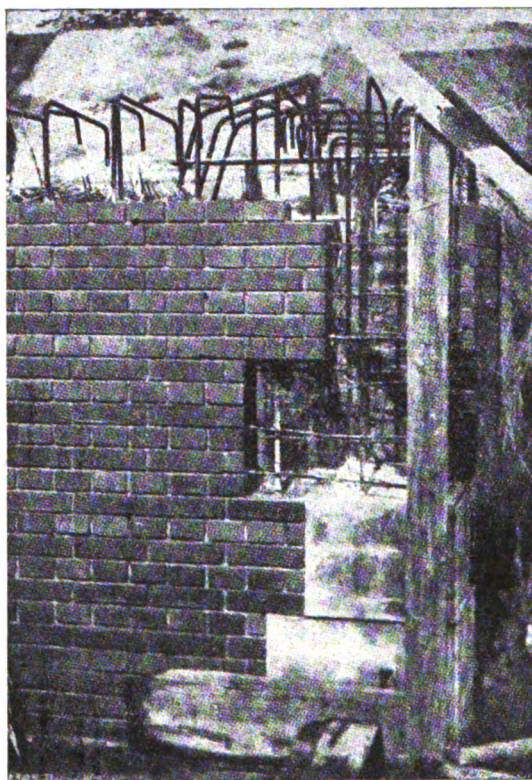



Fig. 1. – Muro di chiusa di un bacino in mattoni con rinforzi in ferro.

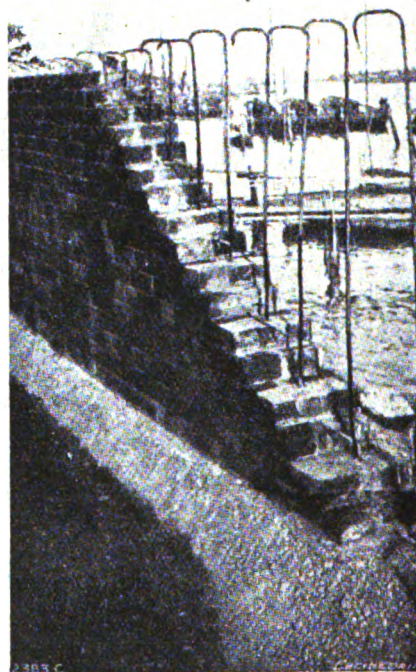



Fig. 2. – Muro di parapetto.

scosse sismiche. Però i mattoni usati sono pieni, quantunque si lascino fori o tacche sulle facce, in corrispondenza dei giunti longitudinali, per l'inserzione di sbarre di rinforzo di sezione circolare.

La struttura viene fatta in modo che il rinforzo è incluso nella massa. La malta usata è formata con una parte in volume di cemento e tre di sabbia. Si è riscontrato che questa struttura è assai più flessibile che non il cemento armato; mentre la resistenza alla trazione delle parti in tensione è assai più alta. Le figure 1 e 2 mostrano particolari di un grande bacino, le cui pareti son fatte con muratura di mattoni rinforzata da sbarre in ferro. Queste formano una specie di unione tra il mattone (munito sulla faccia orizzontale costituente la superficie di giunto di una tacca centrale) e la malta di riempimento. In qualche caso (come mostra la fig. 1, che rappresenta parte della chiusa del bacino) gli spigoli sono formati di blocchi di calcestruzzo.

(B. S.) Carri per trasporto di solfato di ammonio da 50 tonn. della L. N. E. R. (*The Railway Gazette*; 17 ottobre 1930, pag. 505).

La ferrovia inglese « London & North Eastern » ha messo in esercizio 80 carri speciali, della portata di 50 tonn., adatti per il trasporto di solfato di ammonio.

Carro della portata di 50 tonn. per trasporto di solfato di ammonio.

Questo materiale viene contenuto in sacchi da 2 quintali; e quindi la capacità e la forma del carro (vedi figura) sono state studiate in modo da adattarli al massimo a tale trasporto. Ogni lato del carro è munito di due porte opportunamente distanziate per facilitare lo scarico contemporaneo da ambedue. Ad eccezione delle porte, che sono di legno, tutte le parti del carro sono costruite in acciaio.

Il carro è munito di freni a mano, sistemati in modo che ciascun carrello possa essere frenato dall'una o dall'altra parte.

Le principali dimensioni sono le seguenti:

Lunghezza tra le traverse frontali	m.	11,89
Larghezza massima	»	2,74
Altezza interna	»	1,52
Distanza tra centri dei carrelli	»	8,38
» » gli assi di ogni carrello	»	1,68
Capacità netta	mc.	46,2
Tara	tonn.	21

Date le proprietà corrodenti del solfato ,è stato necessario dipingere tutte le parti in acciaio con vernice bituminosa.

(B. S.) Le mutevoli condizioni del commercio e dei trasporti (*The Railway Gazette* 17 ottobre 1930, pag. 497).

L'articolo riassume una interessante conferenza tenuta dal sig. Bell, vice-direttore generale della London North Eastern Railway, all'istituto di cultura ferroviaria di Gateshead, il 14 ottobre s. a. La conferenza traeva lo spunto dalle parole, che veramente dànno da pensare, scritte recentemente dal Dr. Parmelee, direttore dell'Ufficio di economia ferroviaria degli Stati Uniti d'America, sulle condizioni in cui versano oggi le imprese ferroviarie.

« Noi ci troviamo oggi in un ben definito periodo di transizione; e il progresso dei trasporti si trova proprio al centro di questa transizione. Tanto le ferrovie della Gran Bretagna, quanto quelle degli Stati Uniti, quanto quelle, più o meno, di tutti gli Stati, devono affiancare questo progresso e continuare ad adattarsi alle mutate condizioni ».

Queste parole sono state scritte da un profondo conoscitore della materia, che ha in mano i dati statistici di tutto il complesso delle aziende ferroviarie americane.

L'A. espone in nude, ma eloquenti cifre, le diminuzioni di traffico, sia di passeggeri che di merci, verificatesi negli ultimi tempi nella propria azienda ferroviaria (L. N. E. R.) e nelle altre della Gran Bretagna. Una delle cause principali della diminuzione del traffico è la mutata situazione del mercato del carbone; questo, infatti, o perchè sostituito con combustibili liquidi in parecchie industrie, o per la tendenza attuale di trasportare energia elettrica, anzichè il carbone per produrla, richiede sempre minore impiego di trasporti ferroviari. Qualche cosa di simile accade anche in America, dove però il fenomeno assume proporzionalmente minore importanza, per la minore importanza che vi aveva il trasporto del carbone. Anche quando il carbone deve essere trasportato, esso preferisce in moltissimi casi, per ragioni economiche, la via acquea; le Compagnie ferroviarie, che sono fortemente rappresentate come azioniste anche presso la grande Compagnia Nazionale dei Costruttori Navali, tentano di ristabilire una più equa distribuzione dei trasporti tra la ferrovia e i piroscafi; però l'effetto di tali tentativi è di dubbio effetto.

L'A. accenna anche all'esodo, sempre più minaccioso, dei passeggeri dalle ferrovie, sia a causa della crisi economica, che per la preferenza da essi data ad altri mezzi di locomozione, specialmente alle aerovie. In America si è rimediato, interessando le Compagnie ferroviarie nelle aziende di aerotrasporti; sicchè le stesse compagnie assumono già da tempo trasporti combinati, via terrestre e aerea. In Inghilterra invece non si è ancora giunti a tale collaborazione, restando per ora la collaborazione solo tra le ferrovie e i ferry-boats della Manica.

L'A., escludendo che (come è del resto perfettamente provato) si possa sperare un risanamento delle aziende ferroviarie da una ulteriore economia nelle spese di esercizio (egli fa giustamente osservare che il numero e il percorso dei treni; e le spese di esercizio per tonn.Km. non si possono far diminuire indefinitamente, e cioè in rigorosa proporzione con la diminuzione del tonnellaggio), spera nei benefici effetti di disposizioni legislative intese a disciplinare i trasporti, in modo da realizzare un opportuno coordinamento tra le ferrovie, gli autotrasporti, le vie acquee e aeree, e da permettere a ciascuna categoria di traffico di usare i mezzi di trasporto più adatti.

(B. S.) Le locomotive nell'esercizio delle miniere (*Le Génie Civil*, 28 marzo 1931).

Le prime locomotive adoperate nelle miniere erano a vapore, ma presentavano tali inconvenienti che oramai sono utilizzate soltanto per i trasporti a cielo libero.

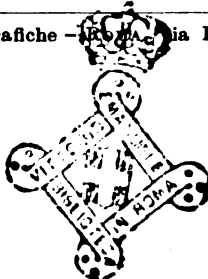
Per i trasporti in sotterraneo sono preferite bensì le locomotive ai trasportatori con cavi o catene, ma le locomotive elettriche, ad essenza e anche più quelle equipaggiate con motori Diesel, che riescono più economiche e non presentano i pericoli d'incendio delle locomotive ad essenza.

In un recente studio comparativo il Westphal ha trovato come prezzo di costo della tonnellata-chilometro:

fr.	1,06	per	la	locomotiva	ad	accumulatori;
»	1 —	»	»	»	»	essenza;
»	0,90	»	»	»	»	aria compressa;
»	0,73	»	»	»		elettrica
»	0,60	»	»	»		Diesel.

Le locomotive ad aria compressa si sono diffuse da ultimo nelle miniere più soggette ad emanazioni di gas grisou, a causa della sicurezza che presentano perchè con esse resta soppressa ogni combustione ed ogni scintilla.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

[8819] « Grafia » S. A. I. Industrie Grafiche — Roma - Via Ennio Quirino Visconti, 13-A

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

MAGGIO 1931 - IX

PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1931 621 . 315

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 93.

Ing. Alfredo Mazzoni. La conduttura elettrica alta tensione Morbegno-Voghera, pag. 44, fig. 37, tav. 4.

1931 385 . 072(. 45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 137.

Ing. dott. Giacomo Forte. La recente riforma nella Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, pag. 3, fig. 20.

1931 621 . 317

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 151.

Ing. Otto Cuzzer. Calcolo grafico dell'errore complessivo dovuto ai trasformatori di misura nei gruppi integratori trifase, pag. 5, 2 grafici.

1931 621 . 332 . 23

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 156 (Libri e riviste).

La ripartizione delle correnti alternate nelle rotaie ferroviarie, pag. 1 ½. fig. 2.

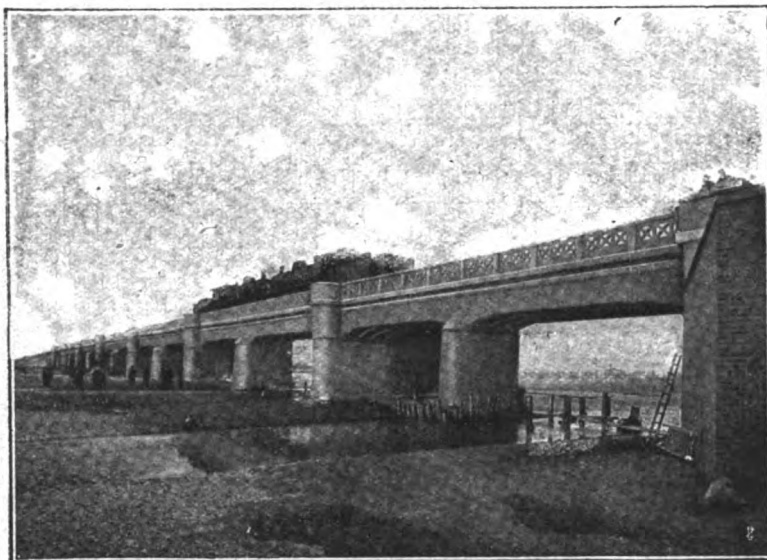
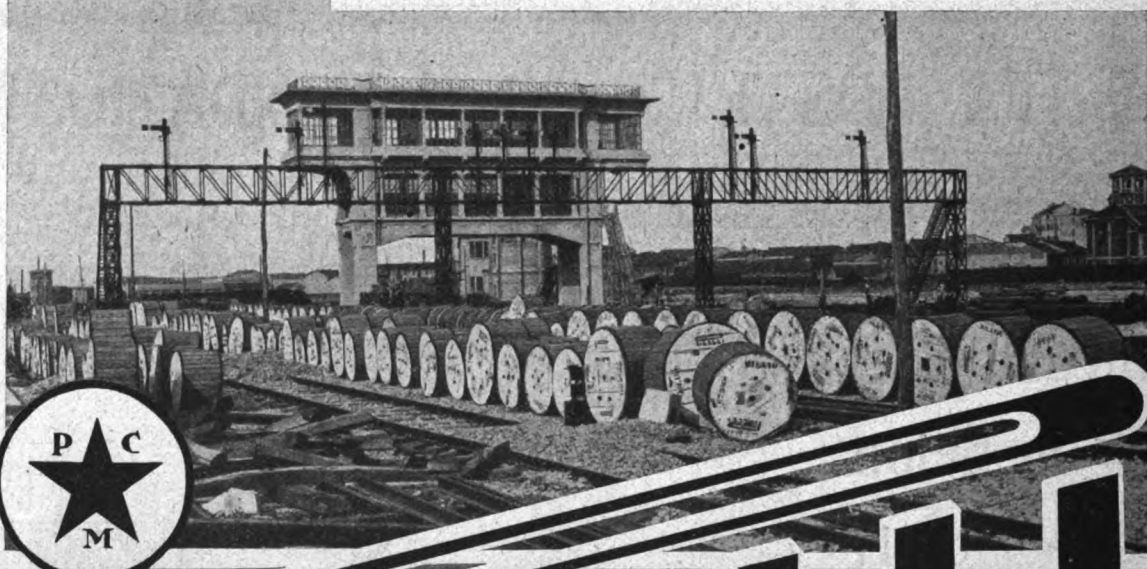
1931 621 . 132 . 88 (. 71)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 157 (Libri e riviste).

Nuove locomotive per treni diretti 4-6-4 con booster per le ferrovie nazionali canadesi, pag. 1, fig. 1.

1931 621 . 135 . 2 (. 73)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 marzo, pag. 158 (Libri e riviste).

Una locomotiva sperimentale 4-8-4 con tutti gli assi muniti di supporti a rulli, pag. 2, fig. 3.

WESTINGHOUSE
IMPIANTI DI
SEGNALAMENTO
170.000 metri di cavi multipli
1140 leve di manovra in
7 cabine
INTERNO CABINA A
NUOVA STAZIONE
VIAGGIATORI DI MILANO
P C M
PIRELLI
P C M

L'Energia Elettrica

1931 621 . 316 . 728

L'Energia Elettrica, marzo, p. 216.

N. Faletti. Un interessante gruppo per trazione, con regolazione della potenza in funzione della tensione della linea di contatto installato nella Centrale di Varzo della Società Dinamo, pag. 9, fig. 13.

Il Cemento Armato

1931 624 . 194

Il Cemento Armato, gennaio, pag. 12.

Un nuovo orientamento nella costruzione delle gallerie subacquee, pag. 2, fig. 8.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer

1931 621 . 132 . 5 (. 493)

Bull. du Congrès des ch. de fer, febbraio, p. 117.

F. Legein. Locomotives « Consolidation » type 35 de la Société Nationale des Chemins de fer belges p. 14, fig. 7 e tavole.

1931 313 : 625 . 143 . 3

Bull! du Congrès des ch. de fer., febbraio, p. 131.

Statistique des ruptures de rails survenues pendant l'année 1929 (1re partie), p. 50.

1931 621 . 134

Bull. du Congrès des ch. de fer., febbraio, p. 181.

P. Place. Application de la théorie des cinèmes de Marbec à la détermination des vitesses et des accélérations des différentes articulations d'un mouvement de distribution, p. 28, fig. 33.

1931 621 . 133 . 7 (. 42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, febbraio, p. 209.

Réchauffeur d'eau d'alimentation A. C. F. I. d'une locomotive du « London & North Eastern Railway », p. 5, fig. 4.

1931 621 . 134 . 3 (. 42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, febbraio, p. 214.

Distribution par soupapes équilibrées des locomotives type 4-4-0, classe D 49, à trois cylindres, du « London & North Eastern Railway », p. 7, fig. 4.

1931 625 , 656 . 21 e 656 . 23

Bull. du Congrès des ch. de fer, febbraio, p. 221.

Compte rendu bibliographique. Costruzione ed esercizio delle ferrovie. Vol. 2°: Impianti (Construction et exploitation des chemins de fer. 2e Vol.: Installations fixes), 2e édition, par M. F. Corini, p. 2.

Revue Générale des Chemins de fer

1931 621 . 316 . 722

Revue Générale des Chemins de fer, 28 febbraio, p. 347.

A. ALTMANN e C. ARON. Réglage de la tension des réseaux à courant alternatif avec des transformateurs à prises supplémentaires et des régulateurs d'induction, p. 8, fig. 12.

Le Génie Civil

1931 662. 87

Le Génie Civil, 14 marzo, p. 272.

A. GREBEL. Le processus de la combustion du charbon pulvérisé, p. 1, fig. 2.

1931 621 . 187 . 2

Le Génie Civil, 14 marzo, p. 273.

La valeur de l'épreuve hydraulique au point de vue de la sécurité des chaudières, p. ½.

1931 621 . 134 . 3 — 33

Le Génie Civil, 4 aprile, p. 333.

H. MARTIN. L'application aux locomotives à vapeur des systèmes de distribution à soupapes, p. 4, fig. 13.

1931 624 . 085 . 058

Le Génie Civil, 4 aprile, p. 340.

A. VIERENDEEL. Essais du pont de l'Escarpelle, système Vierendeel, p. 1 ½, fig. 2.

1931 621 . 187 . 32

Le Génie Civil, 4 aprile, p. 341; 11 aprile, p. 369.

R. SELIKIN. La formation et la prevention de la mousse dans les chaudières, p. 5, fig. 15.

1931 621 . 822

Le Génie Civil, 4 aprile, p. 349.

Le rendement mécanique des machines et les coussinets à film d'huile, p. 1, fig. 2.

LINGUA INGLESE

The Railway Engineer

1931 625 . 26 (. 42)

The Railway Engineer, aprile, p. 129.

Reorganisation of Lancing railway carriage repair works, Southern Ry., p. 13, fig. 26.

1931 621 . 132 . 62

The Railway Engineer, aprile, p. 152.

New three-cylinder 2-6-0 type locomotives, Southern Ry., p. 1, fig. 3.

1931 625 . 143 . 2

The Railway Engineer, aprile, p. 153.

C. J. ALLEN. The modern application of the Sandberg sorbitic rail treatment, p. 4, fig. 5.

1931 625 . 23

The Railway Engineer, aprile, p. 159.

P. L. HENDERSON. The riding qualities of railway coaches, p. 7, fig. 13.

Engineering

1931 621 . 134 — 162

Engineering, 13 marzo, p. 357.

High pressure four-cylinder compound locomotive for the L. N. E. R., p. 2, fig. 11, di cui 2 su tavola a parte (continua).

1931 620 . 178 : 669 . 144

Engineering, 20 marzo, p. 405.

R. G. C. BATSON e J. BRADLEY. Fatigue strength of carbon- and alloy-steel plates as used for laminated springs, p. 2, fig.

Railway Age

1931 621 . 335

Railway Age, 14 febbraio, p. 369.

F. H. BREHOB. Forty-two electric locomotives (Units are arranged for multiple-unit operation and will occasionally be used in passenger service), p. 1 ½, fig. 2.

1931 385. 113 (. 73)

Railway Age, 21 febbraio, p. 407.

Railway earnings in 1930.

1931 656 . 254

Railway Age, 21 febbraio, p. 411.

D. e H. handles four ends of double track by centralized control (Installation solves operating problem on two short sections of single track and permits closing of four offices), p. 2, fig. 3.

1931 621 . 132 . 65 (. 73)

Railway Age, 7 marzo, p. 499.

4-6-4 and 4-8-4 type power for the C. B. e Q. p. 1 ½, fig. 2.

The Engineer

1931 385 . 113 (. 42)

The Engineer, 16 gennaio, p. 68.

Railways in 1930, p. 2.

1931 621 . 791 . 75

The Engineer, 23 gennaio, p. 100.

Automatic arc welding, p. 1, fig. 5.

1931 621 . 867 . 8

The Engineer, 23 gennaio, p. 102.

The pneumatic grain elevator " Thomas Wiles ,, p. 2, fig. 4, tav. 1.

1931 624 . 059

The Engineer, 30 gennaio, p. 125.

Reinforcement of Stoney Creek bridge, p. 3, fig. 10.

1931 621 . 791 . 7

The Engineer, 6 febbraio, p. 159.

Electrically-welded tanks for a distillery, p. 1, fig. 4.

1931 621 . 132 . 63 : 621 . 132 . 89 .

The Engineer, 13 febbraio, p. 180.

100 H. P. oil-engined shunting locomotive, p. 1 ½, fig. 3.

The Railway Gazette

1931 625 . 23 — 833 . 4

The Railway Gazette, 9 gennaio, p. 49.

Recent developments in mobile petrol-electric cars, p. 2 ½, fig. 3.

1931 385 . 1 (. 93)

The Railway Gazette, 23 gennaio, p. 115.

Economic position on the Australian Railways, p. 1 ½.

1931 621 . 13 — 174

The Railway Gazette, 30 gennaio, p. 153.

High-pressure locomotives, p. 5 ½, fig. 9, tav. 1.

1931 621 . 13 — 232 . 1

The Railway Gazette, 6 febbraio, p. 197.

Re-arrangement of locomotive rods, p. 1, fig. 3.

1931 656 . 039 .

The Railway Gazette, 13 febbraio, p. 229.

Ticket printing machines in use at French railway stations, p. 3, fig. 5.

1931 621 . 133 . 714

The Railway Gazette, 20 febbraio, p. 287.

The new Gresham feed-water heater for locomotives, p. 1, fig. 1.

1931 621 . 132 . (. 42)

The Railway Gazette, 13 marzo, p. 399.

New three-cylinder 2-6-0 type locomotives, Southern Railway, p. 1, fig. 2.

1931 656 . 25

The Railway Gazette, 20 marzo, p. 452.

Re-signalling of the Uxbridge branch, Metropolitan Ry., p. 4 ½, fig. 7.

ANNO XX – VOL. XXXIX – N. 6. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 GIUGNO 1931 (Anno IX).

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente **L. 7,50** e **L. 12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (120) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 50-368

SOMMARIO

Annata XX. - Vol. XXXIX. 15 giugno 1931. (Anno IX) - N. 6

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Descrizione delle locomotive trifasi

Gruppo *E* 554 ed *E* 432

Ingg. G. BIANCHI e S. ELENA

(Vedi Tavole XIV e XV fuori testo)

Riassunto. — Vengono esposti sommariamente i problemi teorici e pratici della costruzione delle locomotive trifasi e in particolare viene dato un quadro delle possibilità per realizzare motori asincroni a più velocità. Sono descritti in dettaglio i locomotori *E* 554 ed *E* 432 studiati dagli autori.

PREMESSA. — La descrizione di questi locomotori appare oltre tre anni dopo la loro entrata in servizio. Si è però in grado di dare qualche notizia sui resultati di esercizio e conferma, dopo un congruo periodo di tempo, che le previsioni fatte, in sede di progetto, su alcuni dispositivi introdotti per la prima volta erano sostanzialmente esatte.

I locomotri *E* 554 ed *E* 432 sono i primi completamente progettati da tecnici italiani, dopo trenta anni di applicazione da noi del sistema trifase. A questo riguardo il nome di « sistema italiano » dato a quello trifase non appariva fino ad ora completamente giustificato, tenuto conto che dai locomotori della Valtellina gruppi *E* 430, 360, 380, 390 sino a quelli più recenti gruppo *E* 550, 552, 330, 331, 332, 333 i progetti erano stati fatti completamente, almeno per la parte elettrica, da tecnici ungheresi o svizzeri, mentre i locomotori *E* 551 ed *E* 431, progettati dopo la guerra dalla nostra Amministrazione, si possono considerare, per quanto riguarda la parte elettrica, una diretta emanazione dei locomotori *E* 550 ed *E* 330 rispettivamente.

Coi locomotori *E* 554 ed *E* 432 la nostra Amministrazione si è liberata così, per la prima volta in modo completo, dalla dipendenza straniera, con beneficio sia materiale, sia morale.

Nella Patria di Galileo Ferraris e di Pacinotti non era infatti molto lusinghiero dover ricorrere ai lumi di tecnici stranieri per la modesta funzione di dimensionare motori asincroni o a corrente continua.

A questo riguardo va anche notato che allo studio di locomotive elettriche prettamente italiane si sarebbe forse arrivati molto tempo prima, se una parte dei tecnici del nostro Paese, anzichè schierarsi rigidamente, e spesso senza alcuna conoscenza dei problemi ferroviari, contro l'indirizzo dato in passato dalla nostra Amministrazione verso la elettrificazione trifase, avesse preferito alla facile e sterile critica il meno facile studio dei problemi inerenti alle locomotive elettriche.

Questo fatto, congiunto alla circostanza che qualche Ditta costruttrice italiana è collegata ad interessi di Ditte straniere, rimaste estranee allo sviluppo della trazione trifase, spiega come, nonostante il numero di locomotive trifasi costruite da noi abbia superato

in passato, come supera del resto anche oggi, quello delle locomotive di altri sistemi appartenenti ad altre Amministrazioni, il complesso di studi teorici e pratici intorno alla costruzione dei locomotori trifasi non sia molto abbondante e limitato, si può dire a quanto per sommi capi viene esposto più avanti (1).

La circostanza già altre volte notata che il sistema trifase non è stato applicato largamente che nel nostro Paese e che le poche applicazioni fatte qua e là in qualche altra Nazione sono ormai tutte scomparse, non autorizzano nessuno ad affermare che in passato i risultati ottenuti da noi col sistema trifase siano stati inferiori a quelli di altri sistemi.

Chi scrive anzi, sebbene da molti anni abbia optato per il sistema a corrente continua (2), sente di potere affermare con sicurezza che se le applicazioni della trazione elettrica nel nostro Paese si fossero limitate a poche linee di valico, non ci sarebbe stato nessun dubbio circa la convenienza di continuare la applicazione del sistema trifase senza andare in cerca di altri.

Ma le applicazioni della trazione elettrica nel nostro Paese non sono rimaste limitate alle sole linee di valico come era inteso in passato, ed è stato quindi inevitabile che, prima di nuove e più larghe applicazioni, i punti fondamentali del problema della elettrificazione siano stati presi nuovamente in esame e che, indipendentemente dal passato, si sia trovato preferibile seguire un nuovo indirizzo.

Questa decisione avrebbe portato forse come conseguenza un abbandono completo dello studio dei problemi inerenti alle locomotive trifasi e il concentramento di tutta la attenzione su quelli delle locomotive a corrente continua, se, nel 1922-23, non si fosse determinata la necessità di costruire altre 223 locomotive trifasi a cinque e quattro assi accoppiati, per completare la dotazione della rete esistente e quella delle linee in corso di elettrificazione con tale sistema nel Piemonte e nella Liguria.

Di fronte a questa necessità due soluzioni apparivano possibili: o ripetere nella costruzione delle nuove locomotive trifasi i tipi esistenti, o, facendo tesoro della esperienza di molti lustri di trazione trifase, studiare *ex-novo* nuovi tipi di locomotive, prive, per quanto è possibile almeno, dei principali difetti manifestatisi nei tipi già in uso. Sebbene fosse evidente, dato il cambiamento d'indirizzo per quanto riguarda il sistema, che le nuove locomotive trifasi sarebbero state forse le ultime costruite di tale sistema, dato l'ingente numero di unità occorrenti, si preferì affrontare lo studio di nuovi progetti.

Questa opportunità appare evidente quando si esaminino le lacune di carattere teorico e pratico che si avevano sulle locomotive di vecchio tipo e i numerosi problemi lasciati insoluti nello studio delle locomotive già in servizio, specialmente di quelle adibite al servizio viaggiatori.

PROBLEMI FONDAMENTALI DELLE LOCOMOTIVE TRIFASI

Prima di descrivere i particolari delle nuove locomotive, crediamo quindi opportuno passare brevemente in rassegna i principali problemi teorici e costruttivi che sono stati affrontati e in parte risolti nello studio dei locomotori *E* 554 ed *E* 432.

---

(1) Nei corsi di insegnamento svolti nelle scuole italiane di elettrotecnica e nei Politecnici i problemi inerenti alla trazione trifase sono stati trascurati o ignorati: è più facile trovare nei testi scolastici diffuse notizie sull'ormai tramontato motore monofase di Eichberg, che non sui motori trifasi più recentemente studiati e applicati da noi.

(2) Vedasi n. 1722 del 1915 della cessata *Rivista Tecnica di Elettricità*: «Trazione elettrica trifase o a corrente continua?».

Riassumeremo qui brevemente quanto in parte è stato pubblicato in varie Riviste specialmente per quanto riguarda il problema fondamentale della locomotiva trifase: quello del motore a più velocità.

I. MOTORI ASINCRONI PER TRAZIONE.

Si può affermare che se i tecnici che per primi si sono trovati a decidere la convenienza di estendere il sistema trifase a linee pianeggianti da esercitare a grande velocità, fossero stati in grado di prospettarsi con piena conoscenza le varie difficoltà teoriche e pratiche, che lo studio di locomotive adatte a questo genere di servizio presenta, la estensione della rete trifase non sarebbe stata decisa con tanta facilità e attuata così rapidamente.

Per valutare in quali termini pratici è venuto a trovarsi il problema del motore trifase a più velocità nello studio delle prime locomotive per treni viaggiatori, non è inutile rammentare la successione dei ragionamenti che hanno portato nel 1898 a fissare per gli impianti trifasi la frequenza di 15 periodi e la tensione di 3000 volt, rimasti presso a poco tali anche nei successivi impianti.

Tenuta presente la necessità di realizzare locomotive della potenza fino a 1500 KW. e, partendo dal presupposto che l'organo di presa di corrente potesse al massimo captare da un filo aereo di contatto una intensità di 300 ampères, ne veniva di conseguenza che la tensione di linea non poteva essere inferiore a 3000 volt.

La scelta della frequenza di 15 periodi fu fatta sia per la necessità, allora creduta inevitabile, di impiegare accoppiamento diretto con albero cavo o a bielle tra motori e ruote e di evitare gli ingranaggi; sia per quella di avere motori con un numero di poli non eccessivo (cioè non superiore a 12) date le difficoltà costruttive e il basso fattore di potenza che i motori a grande numero di poli presentano.

Per non avere diametri di cerchione eccessivamente grandi o piccoli, ne veniva di conseguenza che il numero di poli dei motori poteva essere di 6, 8, 10 o 12. E poichè, in seguito, la frequenza è stata portata solo da 15 a 16,7 periodi, il problema del motore asincrono trifase a più velocità rimase praticamente circoscritto a quello di ottenere motori nei quali il numero dei poli doveva variare tra 6 e 12.

Come è noto, tre sistemi sono stati applicati alle locomotive per ottenere il cambiamento della velocità nei motori asincroni:

a) l'accoppiamento in cascata;

b) la commutazione degli avvolgimenti in modo che ne risulti un diverso numero di poli, restando costante il numero delle fasi;

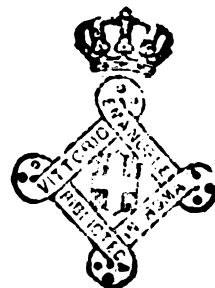
c) l'alimentazione con diversi sistemi di correnti polifasi.

a) Per quanto riguarda l'accoppiamento in cascata faremo solo qualche considerazione di ordine pratico.

Le figure 1, 2, 3 riproducono le caratteristiche dei motori delle principali locomotive accoppiati in parallelo e in cascata. In quest'ultima condizione risulta che in misura più o meno grande e in qualche caso grandissimo, si ha:

1) Un fattore di potenza considerevolmente minore che con l'accoppiamento in parallelo;

2) Una minore coppia oraria e massima;

3) Un maggiore sovrariscaldamento del motore primario.

Il collegamento in cascata costituisce dunque un punto debole, specialmente se il servizio richiede di marciare per una durata ragguardevole alle velocità più basse sviluppando notevoli sforzi di trazione. E questo è in particolare il caso delle locomotive per servizio viaggiatori adibite a linee con profilo misto.

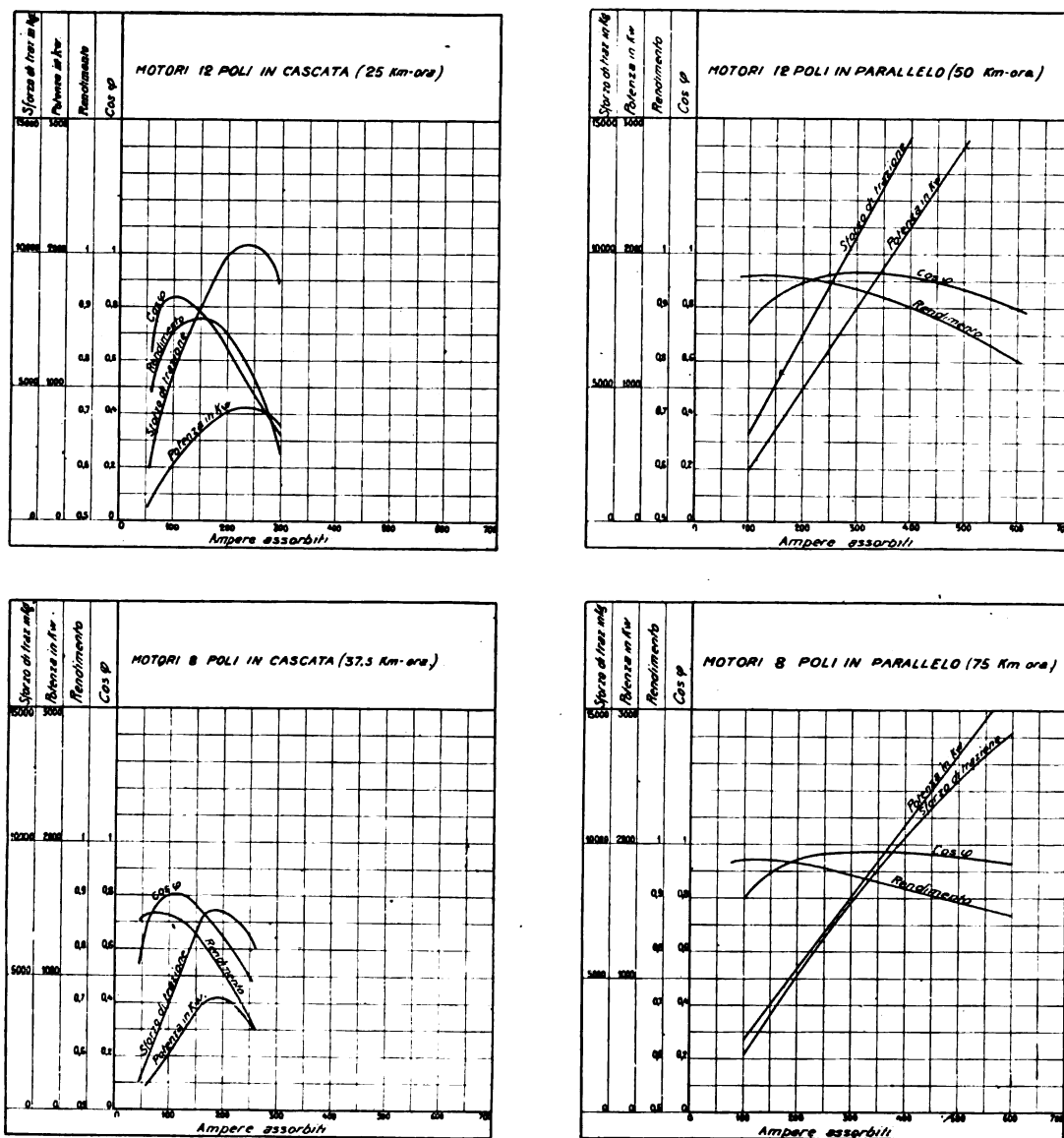



Fig. 1 — Curve caratteristiche dei motori di trazione Loc. Gr. E 333.

Per citare qualche esempio ricorderemo che, prima dell'entrata in servizio dei locomotori *E* 432, molti treni più pesanti tra Firenze e Bologna e viceversa richiedevano l'impiego di ben cinque locomotori in un percorso di soli 133 Km. (cioè più di quello richiesto in antecedenza col servizio a vapore) e precisamente due locomotori *E* 333 nel tratto Firenze-Pistoia, due *E* 551 tra Pistoia e Porretta e un locomotore *E* 431 nel tratto rimanente.

Sulla vecchia linea dei Giovi, i treni effettuati dai locomotori *E* 431 richiedevano l'ausilio di due altri locomotori *E* 551, poichè su quelle pendenze il locomotore *E* 431 poteva trainare poco più che se stesso.

Sulla linea succursale dei Giovi, per molti treni effettuati dai locomotori *E* 431 non

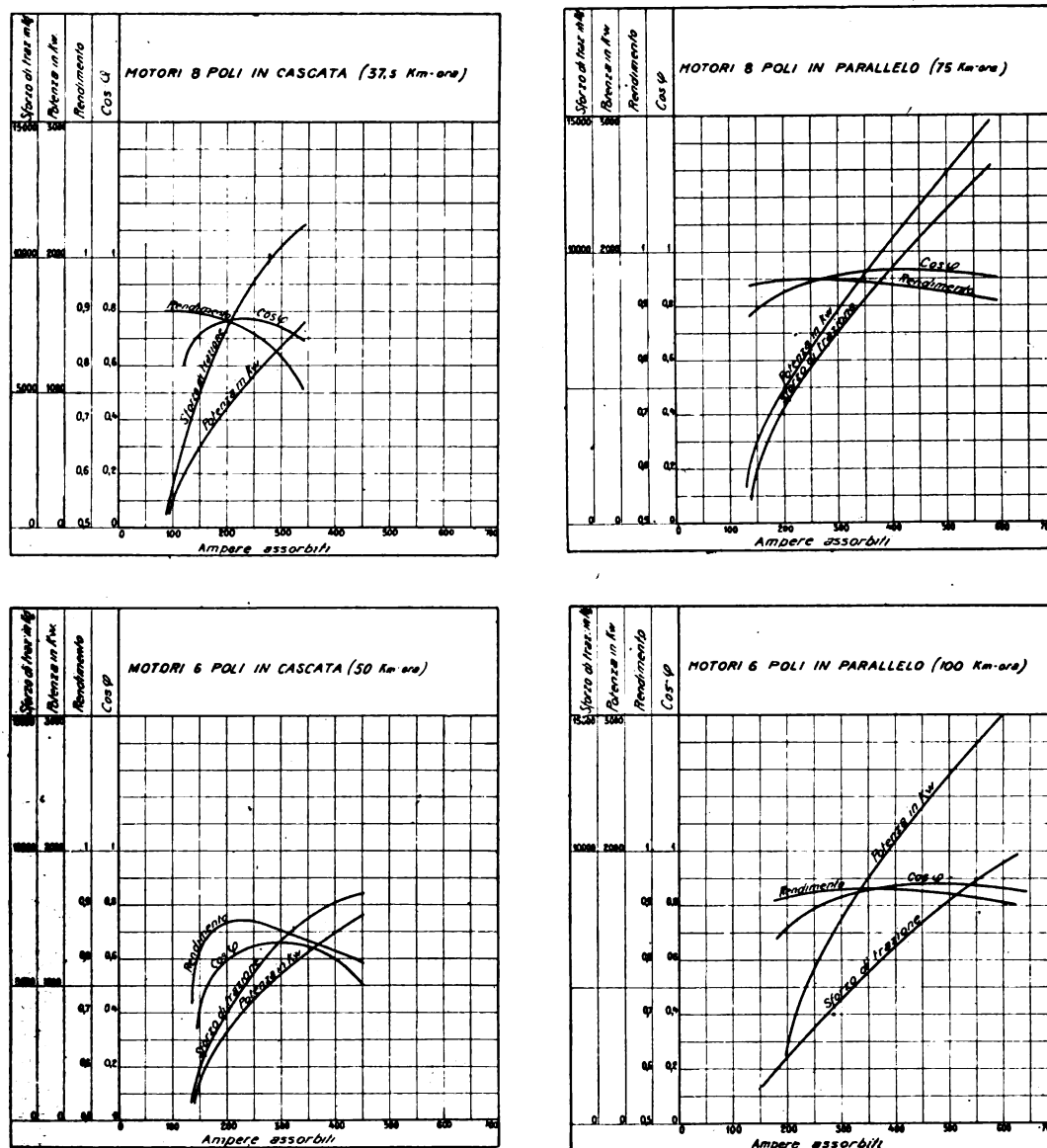



Fig. 2 — Curve caratteristiche dei motori di trazione Loc. Gr. E. 431.

riusciva possibile oltrepassare la velocità di 37,5 Km.-ora, data la deficienza di coppia e di fattore di potenza alla velocità di 50 km.-ora e la difficoltà di effettuare l'avviamento direttamente da 37,5 a 75 Km.-ora.

L'accoppiamento in cascata può riguardarsi dunque come un ripiego per ottenere una velocità bassa nei casi in cui tale velocità è da effettuare per breve durata.

b) Sul metodo di commutare gli avvolgimenti in modo che pur essendo sempre trifase

l'alimentazione, il numero dei poli risulti diverso, abbiamo in altra occasione pubblicato il risultato dei nostri studi (1).

Restringendoci a considerare motori a 4, 6, 8, 10, 12 e 16 poli, che, per le ragioni accennate, sono quelli più praticamente applicabili; nella tabella seguente sono riportati il

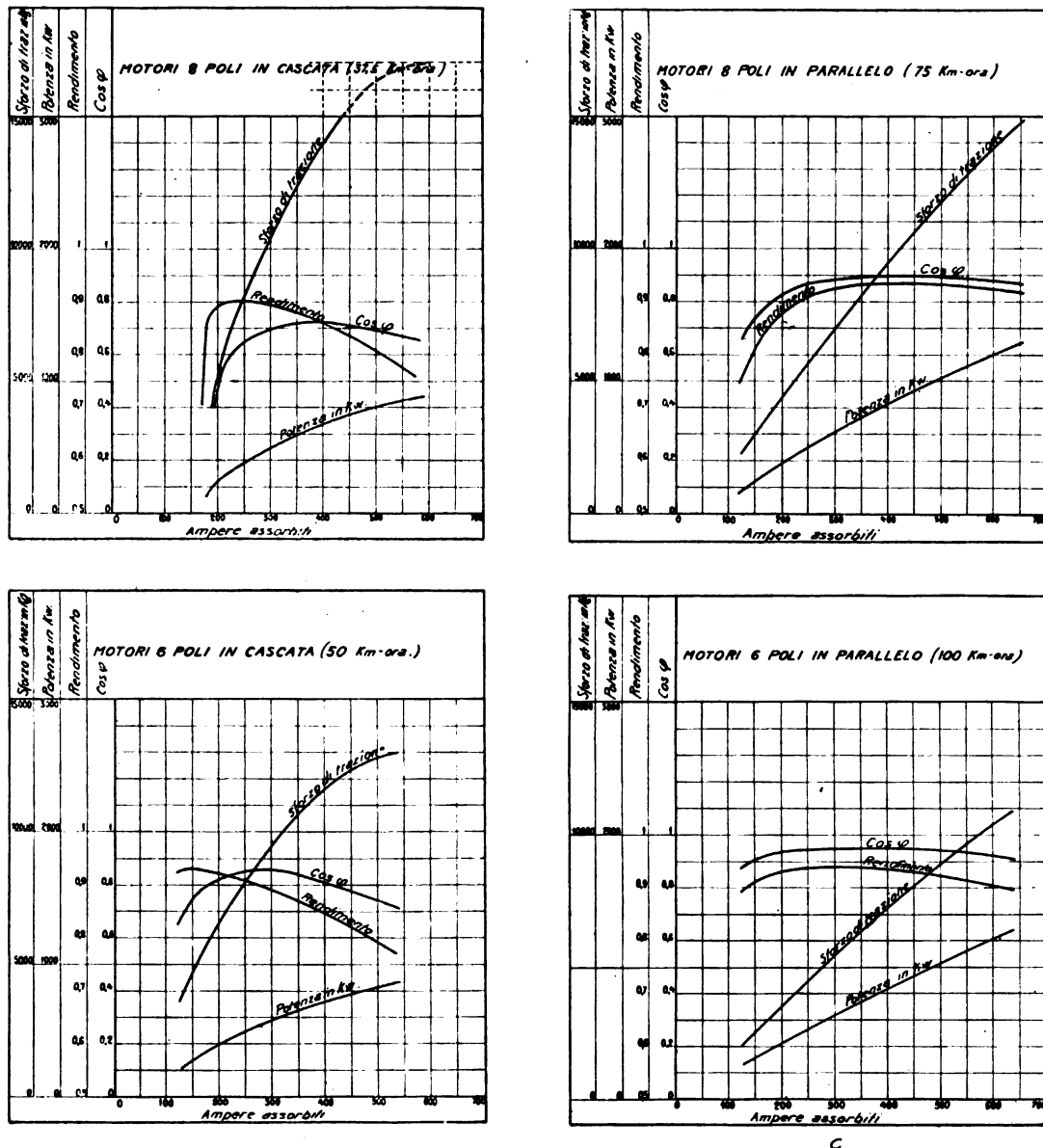



Fig. 3 — Curve caratteristiche dei motori di trazione Loc. Gr. E. 331.

numero di cave N e il passo dell'avvolgimento S che occorre assegnare nei singoli casi. Abbiamo completato la tabella altre volte pubblicata, introducendo numeri di cave multipli di quelli minimi teoricamente adottabili, che più facilmente entrano in considerazione in applicazioni pratiche.

Sulla tabella facciamo alcune osservazioni riferentesi a casi particolari.

(1) G. Bianchi, *Riassunto di studi su locomotive con motori asincroni*, in *L'Elettrotecnica*, n. 15 e 16 del 1924.

Tabella riassuntiva delle possibilità per il cambiamento del numero dei poli dei motori asincroni

Numero dei poli	4	6	8	10	12	14	16
4	$N = 12$, $S = 3$ e multipli	$N = 36$, $S = 7$-9 | $N = 72$, $S = 13$-14-15-17-18	$N = 24$, $S = 3$	$N = 60$, $S = 11$-13	$N = 36$, $S = 9$	$N = 84$, $S = 15$-17-19	$N = 96$, $S = 21$-23
6		$N = 18$, $S = 3$ e multipli	$N = 36$, $S = 5$ | $N = 72$, $S = 9$-10-11 | $N = 108$, $S = 15$; $N = 144$, $S = 18$-20-22	$N = 90$, $S = 11$-13-14-15	$N = 36$, $S = 3$	$N = 126$, $S = 10$-11-13-16-17-19-20-63	$N = 144$, $S = 10$-11-13-14-17-19-20-22-23
8			$N = 24$, $S = 3$ e multipli	$N = 120$, $S = 13$-14	$N = 144$, $S = 13$-14-15-17-18	$N = 168$, $S = 13$-15-17-18-19	$N = 48$, $S = 3$
10				$N = 30$, $S = 3$ e multipli	$N = 180$, $S = 16$-17	$N = 210$, $S = 16$-17-18-19-105	$N = 240$, $S = 16$-17-19-21-22-23
12					$N = 36$, $S = 3$ e multipli	$N = 252$, $S = 19$-20	$N = 288$, $S = 19$-20-21-22-23
14						$N = 42$, $S = 3$ e multipli	$N = 168$, $S = 22$-23
16							$N = 48$, $S = 3$ e multipli

N – Numero minimo delle cave per motore. | S – Passo dell'avvolgimento.

1. Duplicazione dei poli — In luogo del noto sistema D'Alhander con il quale la induzione nell'interferro alla velocità più alta è male distribuita ed ha un valore basso, è preferibile adottare il tipo di avvolgimento rappresentato nella fig. 4, nel caso di 4 e 8

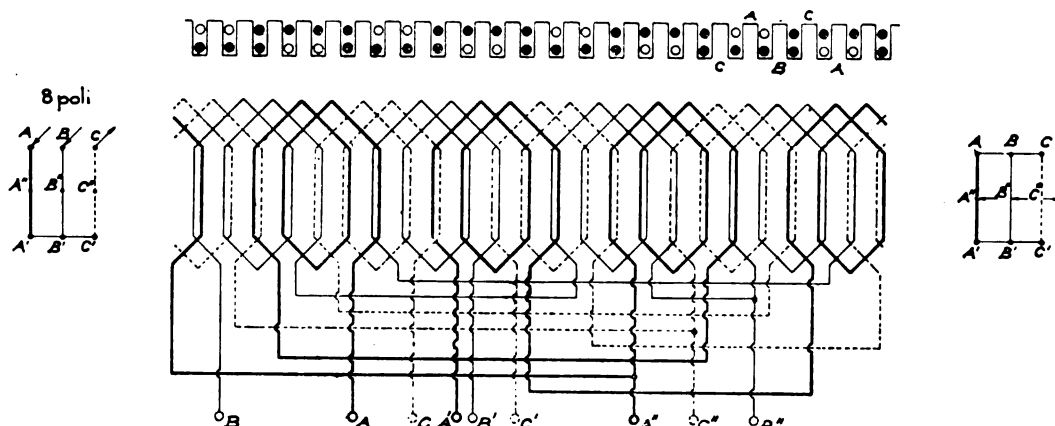



Fig. 4 — Avvolgimento a 2 a 4 poli.

poli, ma valevole per qualsiasi altro caso di polarità nel rapporto 1 : 2. L'esistenza di conduttori di fase diversa nella stessa cava migliora notevolmente il fattore di avvolgimento e la distribuzione del flusso per la polarità più piccola; in modo che la utilizzazione del ferro e del rame è presso a poco egualmente buona per entrambe le polarità.

È discutibile tuttavia se, nel caso di locomotive aventi rapporto di velocità 1 : 2, convenga adottare questo sistema o l'accoppiamento in cascata.

Un esame attento delle due soluzioni nel caso del locomotore *E* 554 ci ha condotto infatti a preferire l'accoppiamento in cascata per la maggiore semplicità costruttiva degli avvolgimenti del motore, e per la necessità di ridurre al minimo l'ingombro delle testate; in altri casi invece la soluzione indicata può essere preferibile a quella dell'accoppiamento in cascata, pur comportando 6 anelli collettori per ogni rotore e nello statore un numero maggiore di conduttori vicini aventi la massima differenza di potenziale.

2. Moltiplicazione dei poli secondo i numeri dispari. — In altra occasione abbiamo messo in evidenza (1) la possibilità di ottenere con un unico avvolgimento numeri di poli tra loro nel rapporto 2×1; 2×3; 2×5; 2×7; 2×9, ecc., cioè secondo la serie dei numeri dispari.

Il passo dell'avvolgimento per un dato numero di cave è quello corrispondente alla polarità più bassa. Praticamente questo sistema non può avere applicazione nel caso di motori di trazione, conducendo ad una serie di velocità non uniforme. L'artificio indicato permette tuttavia di facilitare il problema quando le polarità desiderate contengano multipli di 1, 3, 5, 7, ecc. Così ad esempio, per ottenere 4, 12 e 20 poli con 180 cave si può scegliere il passo di avvolgimento di 45.

3. Negli altri casi il sistema indicato conduce ad ottenere due qualsiasi polarità. Per una data coppia di polarità da ottenere esistono in generale diversi valori del salto S.

L'esame del valore del fattore di avvolgimento e della forma della forza magnetomotrice rende possibile di scegliere il salto S più conveniente.

(1) *Elettrotecnica*, vol. XI, nn. 15-16 del 1924 già citata.

È facile riscontrare nella tabella i dati degli avvolgimenti applicati nei locomotori più noti: E 331 (6-8 poli $N = 36 \times 4$ $S = 18$), E 332 (6-8 poli $N = 36 \times 2$ $S = 9$). E 472 e frequenza industriale (8-12 poli $N = 144$ $S = 13$).

Questo sistema è applicabile per ottenere due polarità soltanto ed è quindi necessario servirsi anche dell'accoppiamento in cascata per ottenere una o due velocità più basse.

Nel caso di locomotori con velocità massima di 100 Km.-ora, adibiti a linee aventi profilo misto e nelle quali è richiesto di potere realizzare un notevole sforzo di trazione alla velocità di 50 km.-ora sui tratti più acclivi, il sistema indicato non conduce quindi ad una soluzione soddisfacente.

Si sono accennate le difficoltà di esercizio che si hanno con locomotive tipo 330 e 431 su linee acclivi. Per le locomotive 331 le caratteristiche del motore nell'accoppiamento in cascata a 50 Km.-ora sono migliori di quelle realizzate nei due tipi sopra detti, per quanto riguarda lo sforzo di trazione, ma lascia sempre molto a desiderare il fattore di potenza. Dal calcolo del motore 331 risulta infatti che si è riusciti ad ottenere una coppia soddisfacente a 6 + 6 poli, portando la induzione nell'interferro a valori molto elevati a scapito del fattore di potenza.

Per i locomotori 432, prima che si fosse trovata la soluzione che permette di realizzare tre velocità in parallelo illustrata più avanti, si era, in un primo tempo, progettato un tipo di motore a due velocità in parallelo aventi caratteristiche simili a quelle dei locomotori 331; rappresentando quest'ultima soluzione quella che per l'accoppiamento in cascata, tutto sommato, presenta meno difetti.

c) Sul metodo di alimentare il motore con numero di fasi variabili a seconda della polarità abbiamo pure raccolto in altre pubblicazioni (1) i risultati ottenuti e ancora ottenibili.

Questo metodo permette di ottenere una soluzione quasi completa per il cambiamento dei poli del motore. I due avvolgimenti tipici dai quali possono derivarsi quelli già noti applicati specialmente ai rotori sono rappresentati nelle fig. 5 e 6.

In questi due tipi di avvolgimento il numero delle fasi è un multiplo di due o di tre e cioè il sistema di alimentazione può derivarsi da uno bifase o trifase.

Avvolgimenti analoghi possono trovarsi, supposto di avere a disposizione un sistema polifasi di alimentazione con fasi multiple di 3 e di 5 o 3 e 7. Però in questo caso le polarità ottenute sono troppo discoste e non conducono a una serie praticamente accettabile di velocità.

Tra le soluzioni possibili per il locomotore 432 anche quella di adottare un trasformatore-trifase polifase e motori con avvolgimenti del tipo sopra indicato è stata presa in considerazione.

La soluzione della fig 5, ad esempio, avrebbe permesso di avere 16, 12, 8 e 6 poli per motore rispettivamente alimentandoli con 3, 2, 6 e 8 fasi. Le velocità di 37, 50, 75 e 100 Km.-ora, avrebbero potuto realizzarsi così con i motori sempre in parallelo, senza ricorrere all'accoppiamento in cascata.

L'impiego di un regolatore di tensione per l'alimentazione dei motori avrebbe permesso di adottare rotori in corto circuito.

La possibilità di costruire un locomotore secondo questo concetto è stata da noi

(1) Oltre quelle già citate nei nn. 15 e 16 dell'*Elettrotecnica* del 1924, vedasi « Atti del Congresso di Genova del 1928 della A.E.I. ».

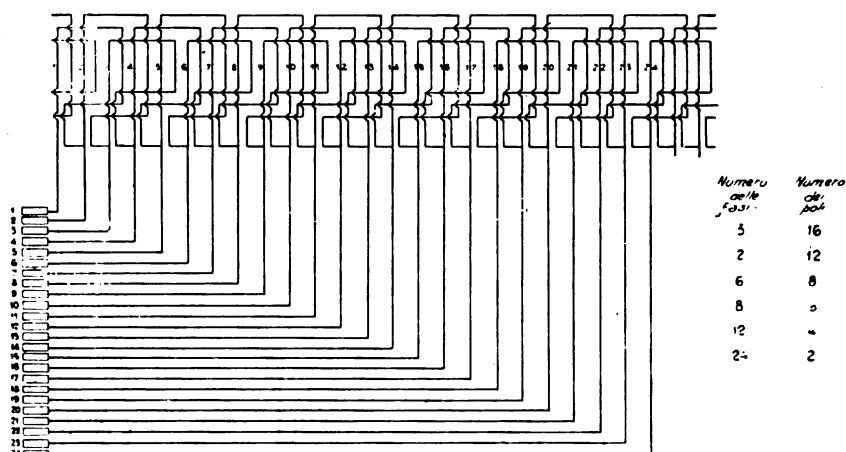



Fig. 5 — Avvolgimento rotore a 24 anelli.

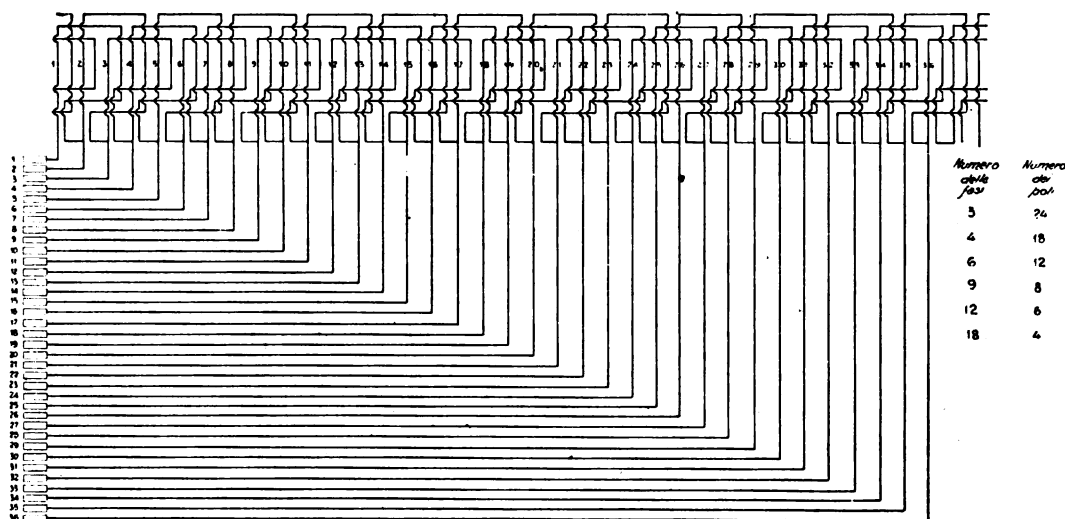



Fig. 6 — Avvolgimento rotore a 36 anelli.

prospettata fino dal 1924 (1). Un esame più attento ci ha condotto però a escludere la possibilità di seguire questa via per locomotori trifasi a 16,7 periodi. Il peso del trasformatore e il maggior peso dei motori avrebbero condotto infatti a un peso per asse o totale della locomotiva tale da escludere la possibilità di circolazione.

La soluzione è invece possibile e forse preferibile a ogni altra nel caso di locomotive a frequenza industriale, come fu già messo in evidenza in altra occasione.

SISTEMA DI AVVOLGIMENTO DEI MOTORI DEL LOCOMOTORE *E* 432.

Nonostante gli studi in precedenza compiuti, come si è accennato, si sarebbe dovuto adottare e ripetere per i motori dei locomotori *E* 432 schemi e tipi di avvolgimenti già

(1) Vedi già citata pubblicazione sulla *Elettrotecnica*, nn. 15-16 del 1924. Una locomotiva di questo tipo si presenta come una locomotiva tipo *E* 330-*E* 431 dove in luogo di un trasformatore Scott si abbia un trasformatore che al secondario presenti 3,2,6 e 8 fasi.

noti, se un più attento esame della possibilità di combinare i metodi *b* e *c* sopra ricordati, non ci avesse condotto a trovare una nuova soluzione che in definitiva fu adottata.

Le condizioni di esercizio delle nostre linee ci avevano senz'altro fatto riconoscere indispensabile ottenere la velocità di 100 km., da realizzare in tratti pianeggianti, e realizzare lo sforzo massimo alla velocità di 50 Km.-ora, per trainare il treno nel tratto più acclive. Quest'ultima condizione faceva a priori scartare o accettare molto malamente la prospettiva di accoppiare in cascata i motori in corrispondenza della velocità di 50 km.-ora.

Lo studio fu quindi rivolto ai tipi di avvolgimento per 12 e 8 poli piuttosto che a quelli per 8 e 6 poli. Con un avvolgimento per 12 e 8 poli i 6 poli avrebbero potuto ottenersi dai 12 con il metodo di D'Alhander o con l'altro da noi precedentemente indicato.

In entrambi i casi per la velocità corrispondente a 6 poli (100 Km.) lo sforzo di trazione e fattore di potenza sarebbero risultati notevolmente inferiori a quelli ottenuti alle altre due velocità.

AVVOLGIMENTO DELLO STATORE PER I MOTORI DEL LOCOMOTORE *E* 432

Un esame attento delle proprietà dei tipi di avvolgimento per 12 e 8 poli riportati nella tabella sopra data, ripartiti in 144 cave e aventi i passi $s = 13\text{-}14\text{-}15\text{-}17\text{-}18$ ha condotto ad accertare che quello con il passo $s = 14$ (ottenuto con sezione di avvolgimento abbracciante 15 cave, comprese le due nelle quali i conduttori della sezione sono allogati) e soltanto questo presentava la felice prerogativa di dare, oltre che un avvolgimento trifase a 12 e 8 poli, anche uno bifase a 6 poli, con fattore di avvolgimento assai soddisfacente per tutte e tre le polarità.

Lo schema di avvolgimento è riportato nella tav. XV (fig. 7).

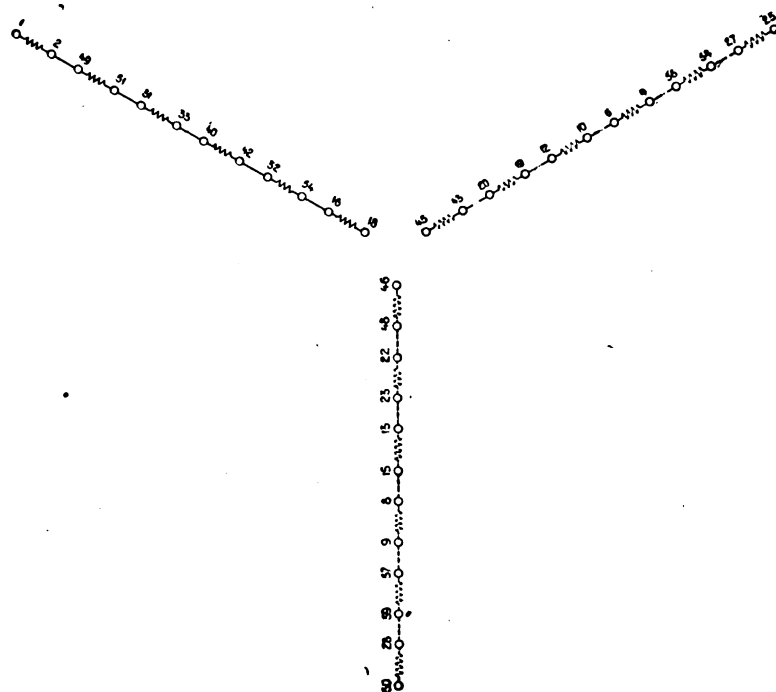



Fig. 8 — Triangolo statore a 12 poli.

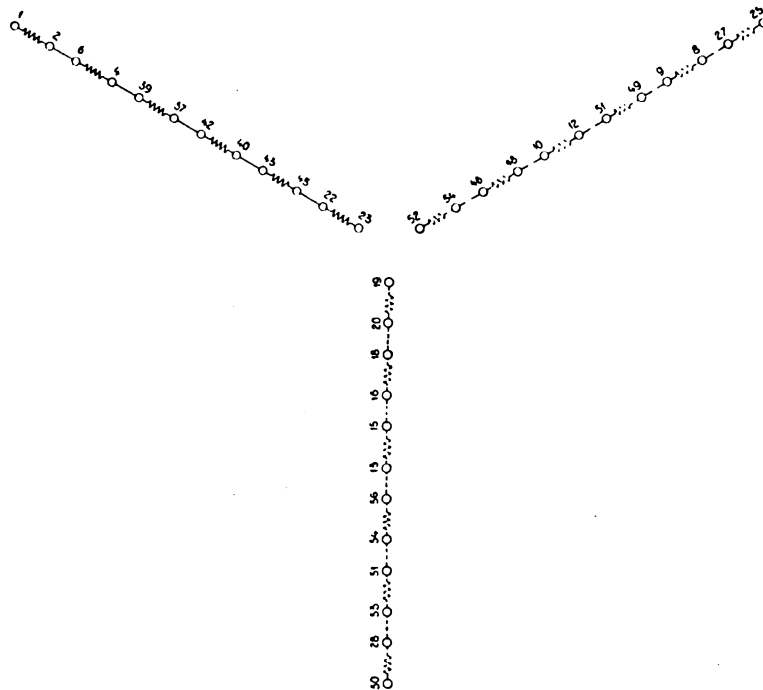



Fig. 10 — Triangolo statore a 8 poli.

Collegando i capi liberi dello statore come è indicato in fig. 8 si ottengono 12 poli. Gli avvolgimenti separati delle tre fasi sono rappresentati alla fig. 9 nella tav. XV.

Collegando i capi liberi dello statore come è indicato in figura 10 si ottengono 8 poli. Gli avvolgimenti separati delle tre fasi sono rappresentati alla fig. 11 nella tavola XV.

Collegando infine i capi delle sezioni di avvolgimento del motore come è indicato nella fig. 12 si ottiene un avvolgimento bifase a 6 poli (tavola XV, fig. 13).

I fattori di avvolgimento e la forma della forza magneto motrice sono assai buoni in corrisponden-

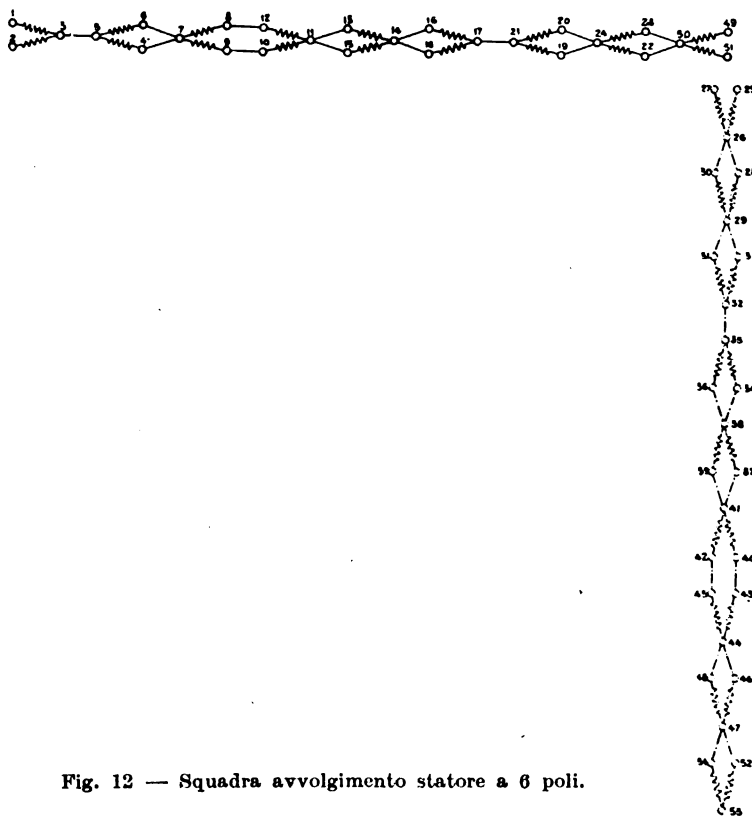



Fig. 12 — Squadra avvolgimento statore a 6 poli.

za di tutte e tre le polarità (fig. 14 e in tav. XV, fig. 15). Notiamo che la condizione di ottenere un buon fattore di avvolgimento e una forma di forza magneto motrice

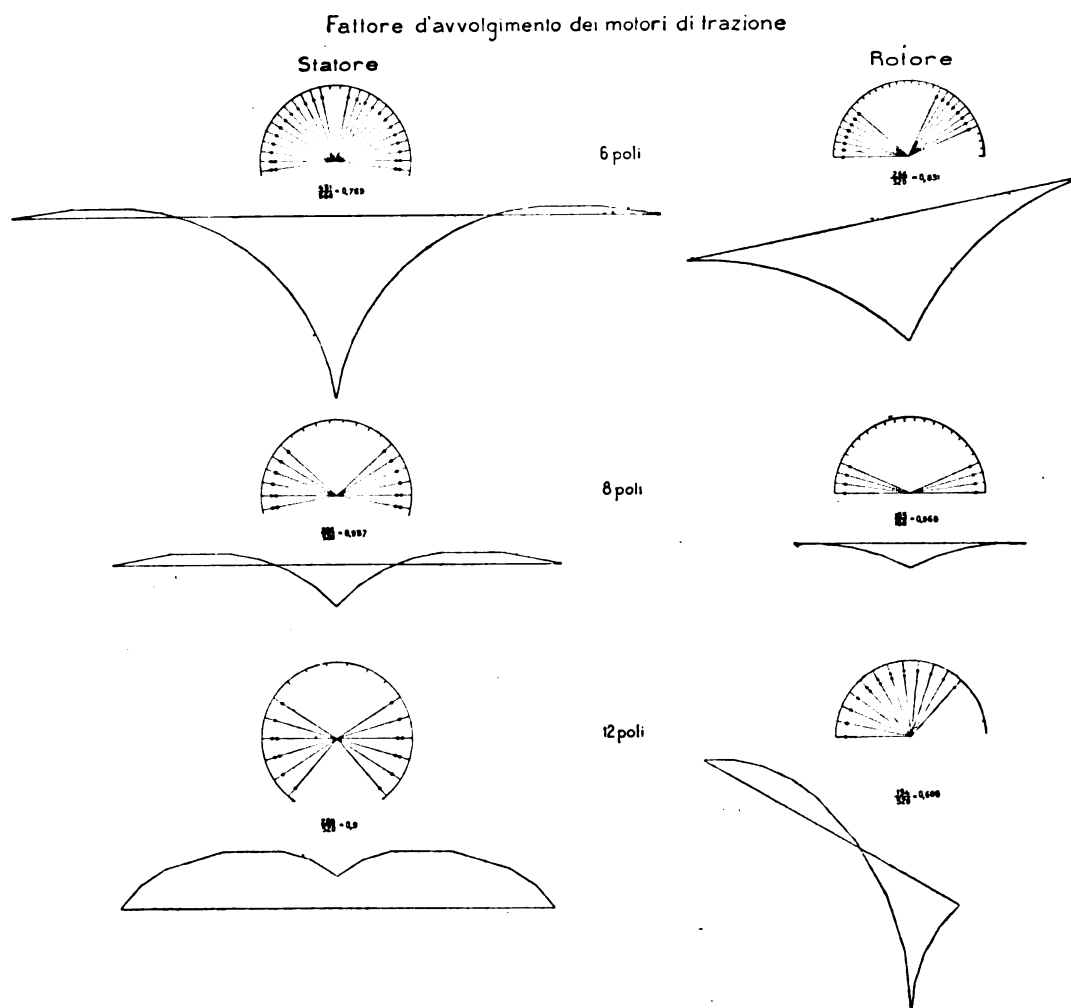



Fig. 14.

che si accosta alla sinoidale sono realizzate da pochi tipi di avvolgimento, e che molti sistemi di commutazione di poli che sembrano accettabili a un esame superficiale, devono essere scartati per deficienze sotto questi due punti di vista.

Dati i valori abbastanza prossimi dei fattori di avvolgimento alle varie polarità si è potuto calcolare il motore in modo che le dimensioni adottate risultano un *quid medium* tra quelle ottime corrispondenti a ciascuna delle tre polarità.

In realtà a 12 poli l'induzione nell'interferro o nei denti è inevitabilmente superiore a quella a 8 poli, mentre che per 6 poli ha un valore prossimo a quello a 8 poli. Nonostante i notevoli scarti di polarità l'utilizzazione del ferro è risultata buona. È evidente tuttavia che il motore calcolato nell'interferro per 12 poli e nello spessore del giogo per 6 poli, è risultato di necessità più pesante e voluminoso di un motore a due sole polarità 8-12 o 6-8 poli.

Avvolgimenti del rotore. — Lo schema di avvolgimento del rotore deriva da quello più generale indicato nella fig. 5 e può considerarsi una semplificazione di questo,

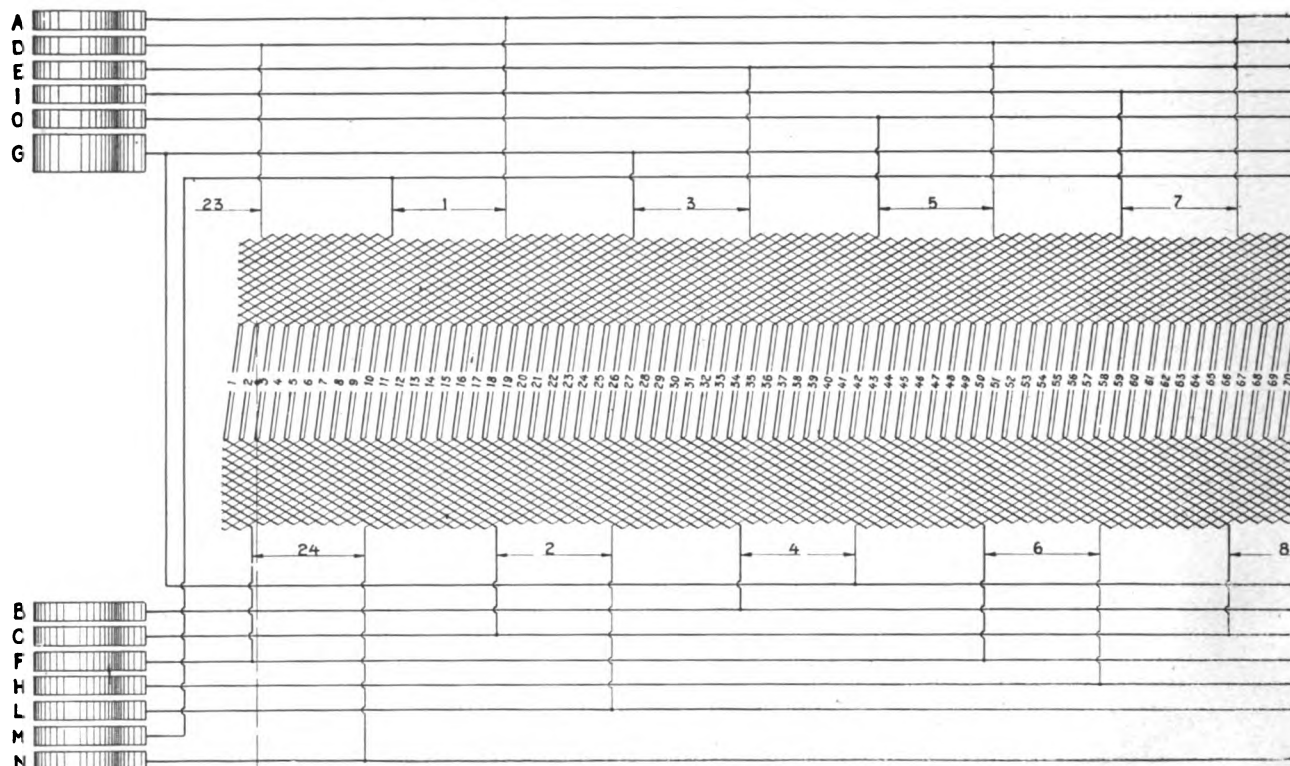



Fig. 16 — Avvolgimento rotore.

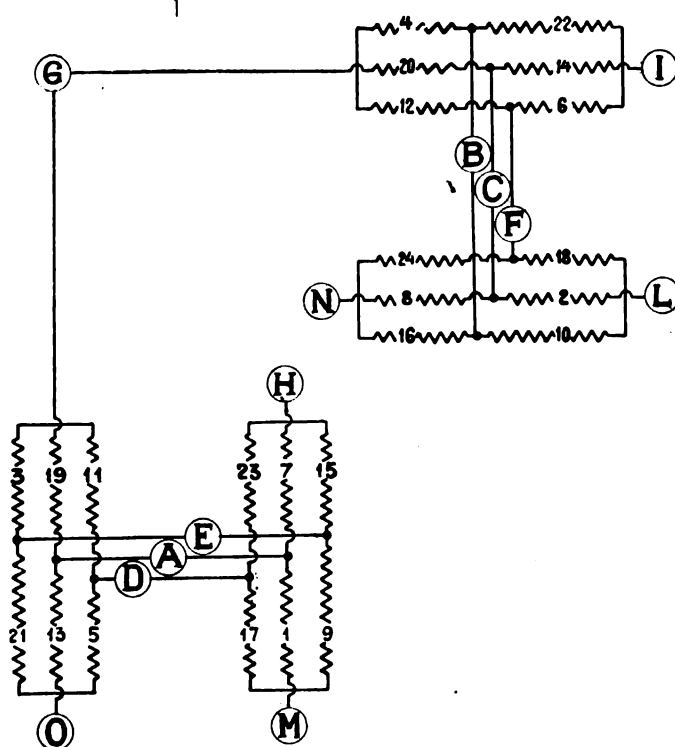



Fig. 17 — Avvolgimento rotore a 12 poli.

quando il numero dei poli sia limitato a 12, 8 e 6.

In questo caso è facile dimostrare che il numero dei capi liberi da 24 si riduce a 14. Con un semplice artificio si è riusciti a ridurlo a 13. Lo schema dell'avvolgimento è rappresentato nella fig. 16. Risulta di 24 sezioni ripartite in 192 cave. Il passo di una zona anzichè di 20 è stato scelto di 19 (lati della zona nelle cave 1-20). In questo modo in una stessa cava risultano conduttori appartenenti a fasi diverse; si migliora così la forma della forza magneto motrice nella combinazione bifase.

Nella combinazione a 12 poli l'avvolgimento è bifase e le singole sezioni risultano ripartite

come è indicato nella fig. 17. Gli anelli *I* e *L* costituiscono l'estremo di una fase, e *O M* quelli dell'altra.

Il complesso degli anelli *G H N* rappresenta il punto comune alle due fasi. Gli anelli *B C F* sono allo stesso potenziale e così quelli *E A D*.

La differenza di potenziale tra questi due gruppi è la metà di quella che esiste tra *IL* e *OM*. Nel primo istante dell'avviamento la differenza di potenziale per fase (tra *I* e *G* ad esempio) è di circa 400 volt. La massima differenza di potenziale tra due anelli non raggiunge quindi i 550 volt.

Nella combinazione a 8 poli l'avvolgimento è esafase e le singole sezioni risultano ripartite come è indicato nella fig. 18.

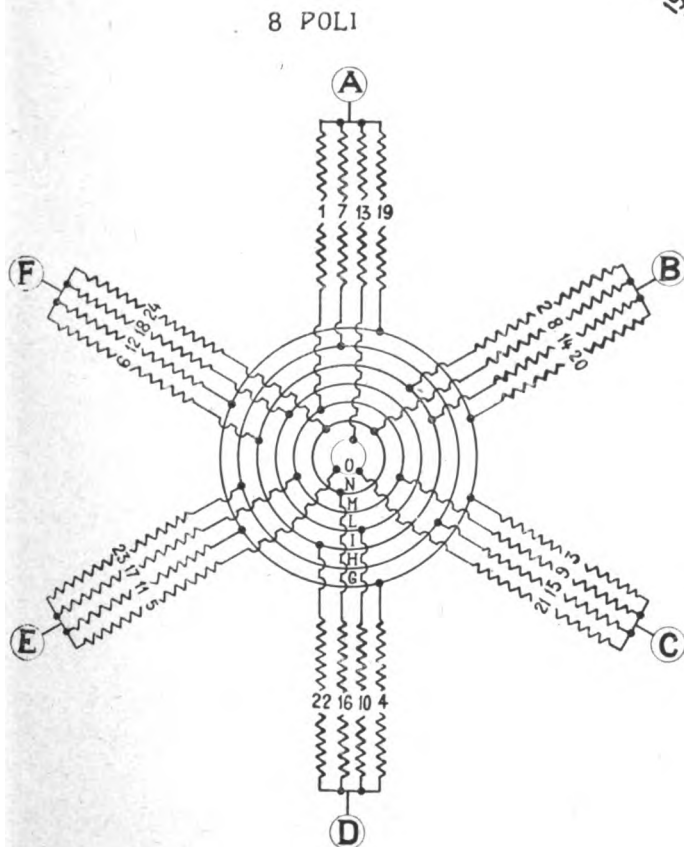



Fig. 18 — Avvolgimento rotore a 8 poli.

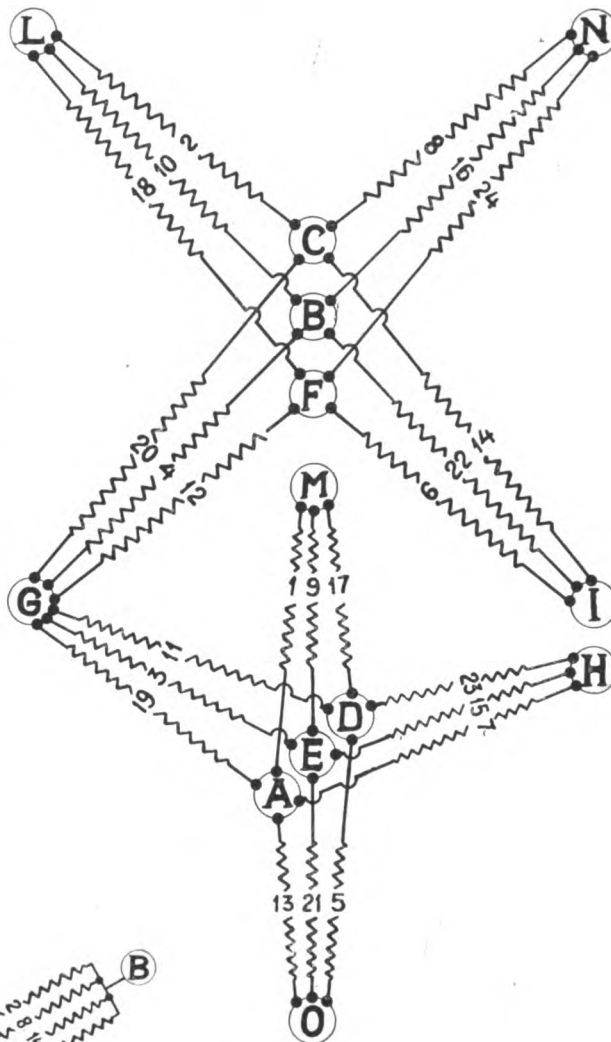



Fig. 19 — Avvolgimento rotore a 6 poli.

Gli anelli *A B C D E F* costituiscono gli estremi del sistema esafase, mentre l'insieme degli anelli *G H I L M N O* costituisce il centro stella. In questo caso la differenza di potenziale tra due anelli diametralmente opposti raggiunge al massimo i 660 volt e verso massa è di soli 330 volt.

Infine nella combinazione a 6 poli l'avvolgimento del rotore costituisce due sistemi tetrafasi

tra loro sfasati di 45 gradi e collegati per il vertice *G*. Gli anelli *B C F* costituiscono il centro stella del primo sistema tetrafase, che ha per vertici gli anelli *L N I G* (fig. 19).

Il centro dell'altro sistema è costituito dal complesso degli anelli *A E D* e i vertici da *G O H M*.

Anche in questo caso la differenza massima di potenziale tra due anelli diametrali non sorpassa i 400 volt.

Il vertice *G* costituisce il collegamento tra i due sistemi polifasi, nei quali resta ripartito l'avvolgimento dello statore e può considerarsi come risultante dalla riunione di due anelli.

Collegamento alla linea dei motori *E* 432. — Il fatto che nella combinazione a 6 poli gli avvolgimenti dello statore costituiscono un sistema bifase avrebbe reso necessario alimentare i motori attraverso un trasformatore Scott. La tensione di alimentazione di ogni fase risulta di circa 1500 volt e quindi anzichè un autotrasformatore si sarebbe dovuto impiegare un trasformatore.

Un esame delle caratteristiche del motore ci ha però fatto riconoscere la possibilità di fare a meno del trasformatore Scott e di adottare invece lo schema di connessioni

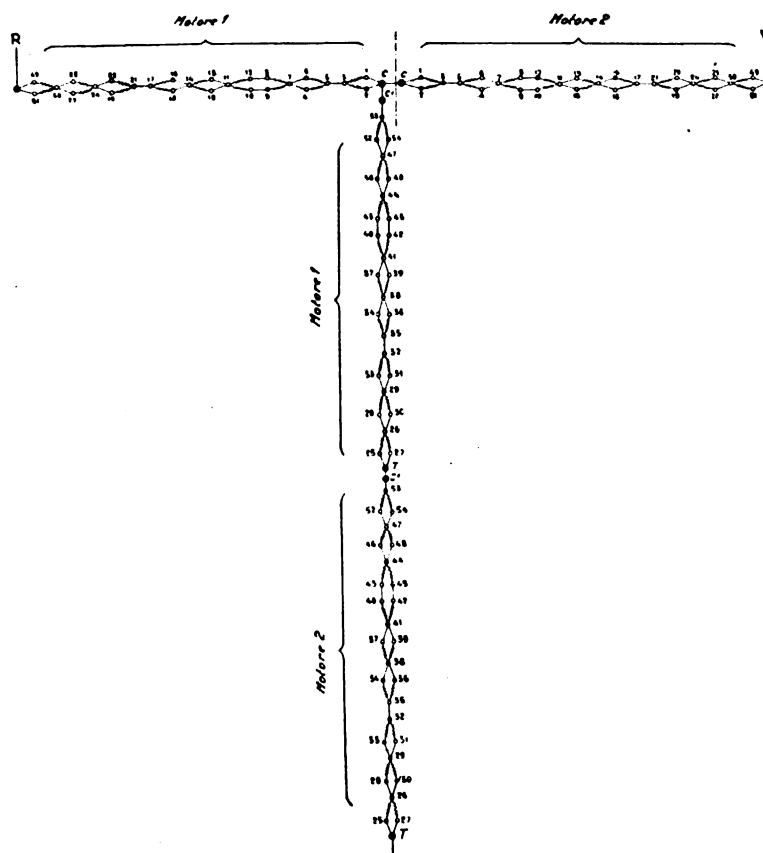



Fig. 20 — Avvolgimento bifase T.

illustrate nella figura 20. Secondo questo schema gli avvolgimenti delle fasi corrispondenti dei due motori sono messe in serie. Il collegamento tra le due fasi è a *T* come in un trasformatore Scott.

Con questo schema le due fasi risultano teoricamente a tensione diversa. In pratica, poichè la caduta di tensione tra le fasi aeree della linea di contatto e la terra è generalmente minore di quella tra le due fasi aeree, lo squilibrio accennato, che in teoria è al massimo del 13,4 %, si riduce a valori inferiori praticamente accettabili.

CARATTERISTICHE DEI MOTORI DI TRAZIONE TIPO *E* 432 ED *E* 554

Nelle figure 1, 2 e 3 già citate abbiamo raccolto le curve caratteristiche dei tipi di locomotive costruite in antecedenza al gruppo *E* 432 e nella fig. 21 quelle relative a

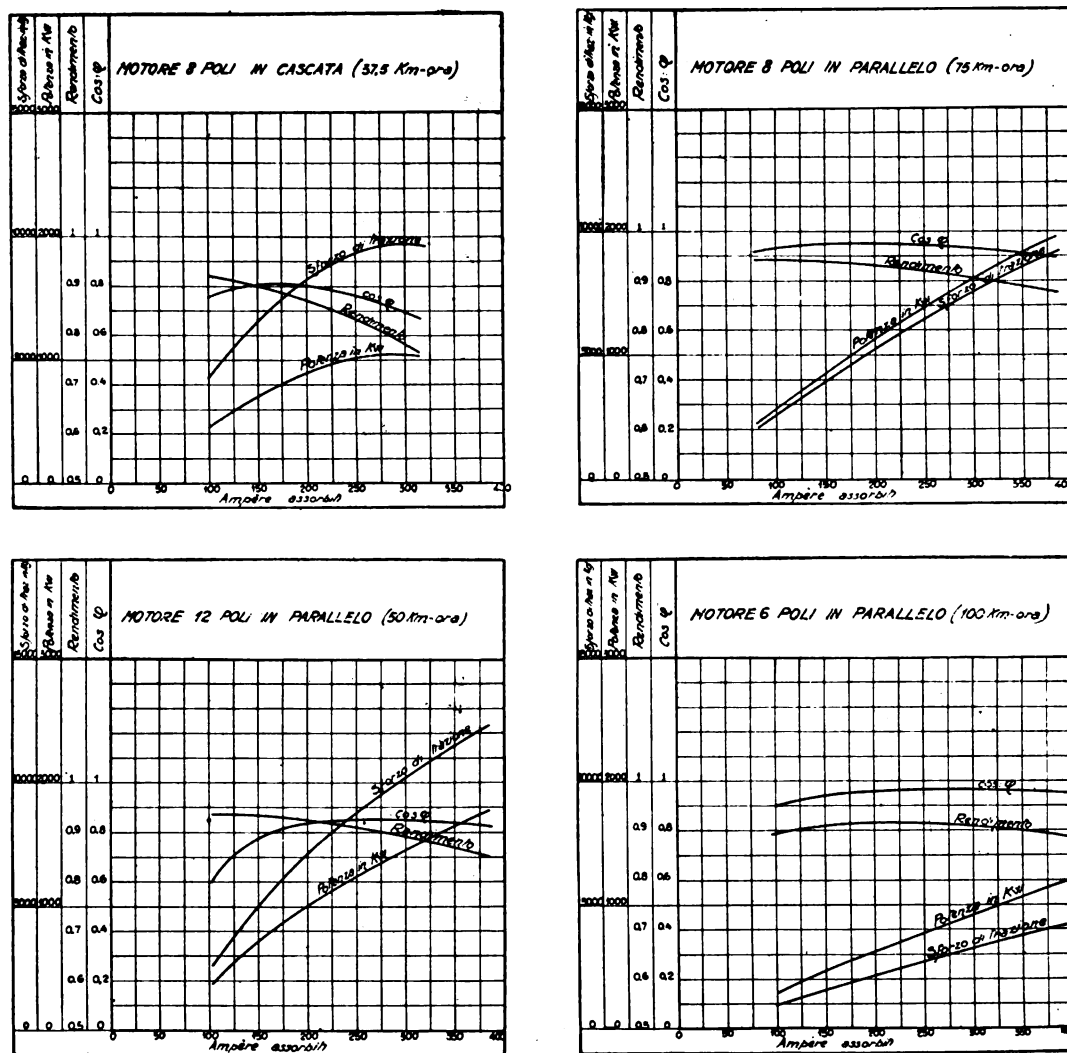



Fig. 21 — Curve caratteristiche del motore di trazione Loc. Gr. E. 432.

queste locomotive. Dal confronto risulta la superiorità dei motori del gruppo *E* 432 su tutti gli altri tipi e a tutte le velocità, per quanto riguarda il rendimento e il fattore di potenza a parità di corrente assorbita.

L'unica velocità ottenuta con l'accoppiamento in cascata è quella di 37,5 km., che in pratica non è mai usata neppure come velocità di avviamento. Questa velocità è

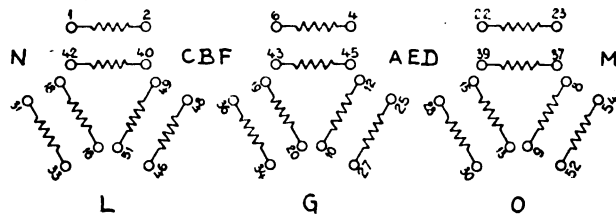



Fig. 22 — Statore motore secondario nella combinazione di cascata.

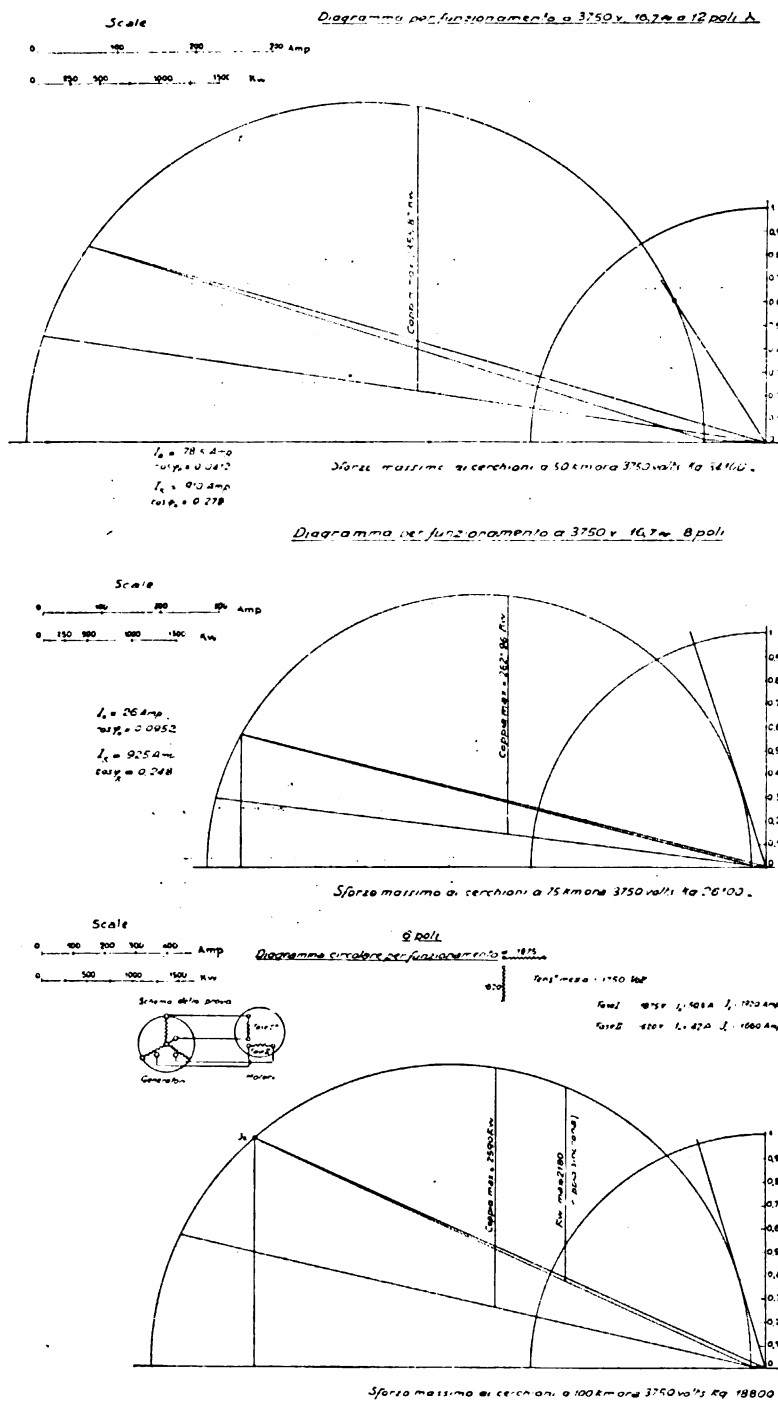



Fig. 23 — Loc. Gr. E. 431 — Diagrammi circolari a 50-75-100 km.-ora.

infatti inferiore di soli 12,5 km. a quella di 50, in corrispondenza della quale i motori possono sviluppare la coppia massima superiore a qualsiasi tipo di motore.

Nell'esercizio pratico non conviene effettuare da prima l'avviamento a 37,5 km. e successivamente quello a 50, sia perchè la doppia manovra fa perdere maggior tempo, sia perchè in definitiva, dato il rallentamento di velocità nell'intervallo di tempo necessario al passaggio, si finisce col disperdere un numero di KWO nel reostato superiore a quello che si ha effettuando direttamente l'avviamento a 50 km.

La velocità di 37,5 è stata quindi prevista nei locomotori *E 432* più per ragioni di uniformità con gli altri tipi di locomotive già in servizio, che non per un bisogno reale di esercizio. Infatti, mentre negli altri tipi di locomotori (es. 330 e 431) risultando assai deficienti le caratteristiche alla velocità di 50 km. e non essendo praticamente possibile effettuare direttamente l'avviamento a 75 km. la velocità di 37,5 costituisce l'unica velocità a cui è possibile fare spuntare il treno,

nei locomotori *E* 432, essendo ottime le caratteristiche a 50 km., la velocità di 37,5 diviene superflua.

I combinatori dei motori sono tuttavia predisposti anche per realizzare l'accoppiamento in cascata tra i rotori, in modo che gli avvolgimenti dello statore del motore secondario commutato come è indicato nella fig. 22 vengono collegati al reostato.

Nella figura 23 sono riportati i diagrammi circolari ricavati per le velocità di 50 (12 poli), 75 (8 poli) e 100 km.-ora (6 poli), dai quali sono state dedotte le curve caratteristiche sopra riportate.

I dati per la velocità di 50 km. (12 poli) e 3750 volt sono i seguenti:

corrente a vuoto . . . . $I_0 = 78{,}5$

$\cos \varphi_0$ . . . . $\cos \varphi_0 = 0{,}0412$

corrente di corto circuito . . . . $Ik = 910$

$\cos \varphi_k$ . . . . $\cos \varphi x = 0{,}278$

corrente di carico continuo 200 amp.

$\cos \varphi$ al carico continuo 0,84

Potenza continuativa a 50 km. $3750 \times 200 \times 0{,}84 \sqrt{3} = 1095$ kw. per motore

Sforzo corrispondente ai cerchioni per il locomotore 15.400 kg.

Potenza massima di un motore 2355 kw.

Sforzo corrispondente, massimo ai cerchioni del locomotore 34.100 kg.

Per la velocità di 75 km.-ora (8 poli) 3750 volt si ha:

corrente a vuoto . . . . $I_0 = 26$ amp.

$\cos \varphi_0$ . . . . $\cos \varphi_0 = 0{,}0952$

corrente di corto circuito . . . . $Ik = 925$ amp.

$\cos \varphi_k$ . . . . $\cos \varphi_k = 0{,}248$

corrente di carico continuo 200 amp.

$\cos \varphi$ al carico continuo 0,84.

Potenza continuativa a 75 km. $3750 \times 200 \times 0{,}94 \sqrt{3} = 1240$ kw. per motore.

Sforzo corrispondente ai cerchioni per il locomotore 11.500 kg.

Potenza massima di un motore 2621,9 kw.

Sforzo corrispondente massimo ai cerchioni del locomotore 26.100 kg.

Per la velocità di 100 km.-ora (6 poli) 3750 volt si ha:

corrente a vuoto (media delle due fasi) . . . . $I_0 = 46$ amp.

$\cos \varphi_0$ . . . . $\cos \varphi_0 = 0{,}11$

corrente di corto circuito (media delle due fasi) . . . . . . $I_k = 1800$

$\cos \varphi_k$ . . . . $\cos \varphi_k = 0{,}4$

corrente di carico continuo 400 amp.

$\cos \varphi$ al carico continuo 0,95.

Potenza continuativa a 100 km.-ora $1750 \times 400 \times 0{,}95 \times 2 = 1360$ kw. per motore.

Sforzo corrispondente ai cerchioni per il locomotore 8800 kg.

Potenza massima di un motore 2590 kw.

Sforzo corrispondente massimo ai cerchioni del locomotore 18.800 kg.

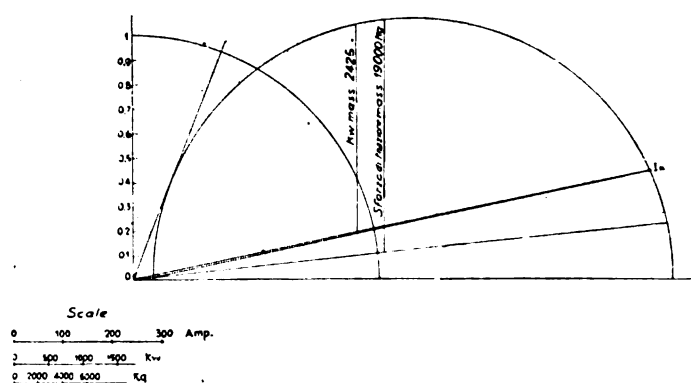



Fig. 24 — Diagramma circolare Loc. Gr. E. 554.

Per quanto riguarda i motori dei locomotori *E* 554, nella figura 24 è riprodotto il diagramma circolare di un motore e nella figura 25 sono rappresentate le curve caratteristiche nell'accoppiamento in cascata e in parallelo.

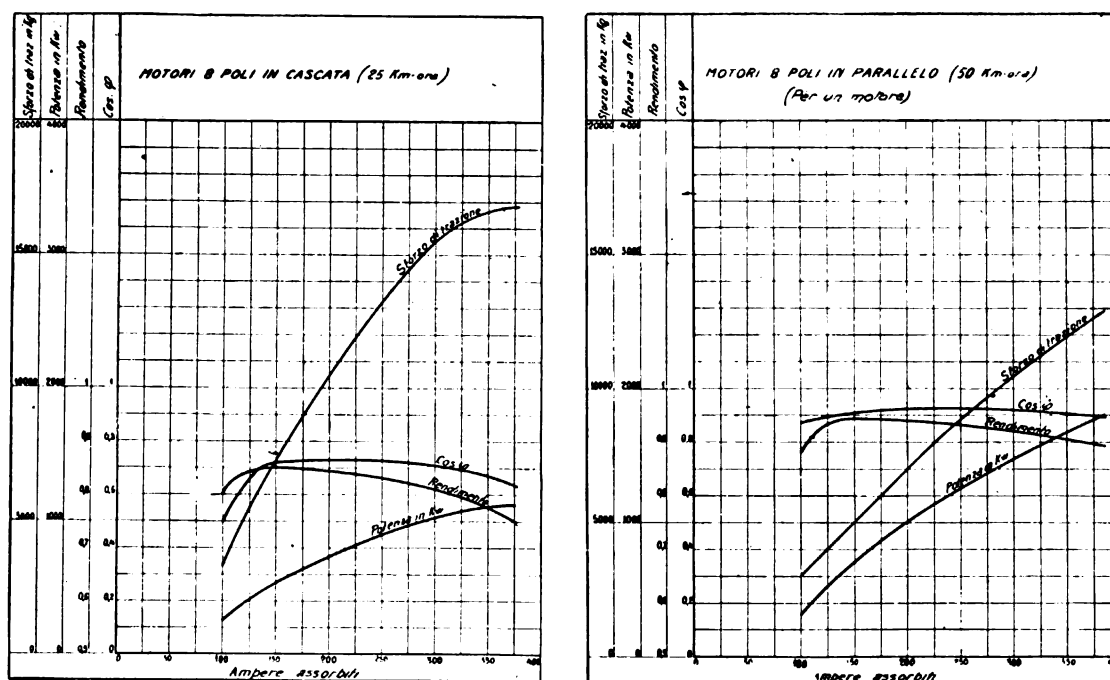



Fig. 25.

II. PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEI MOTORI

Se i problemi di carattere teorico hanno una importanza capitale nelle caratteristiche della locomotiva considerata in linea e trainante un treno pesante, i problemi costruttivi del motore hanno una importanza non meno grande nella durata in servizio e nella economia di riparazione nei depositi e nelle officine.

A questo riguardo la esperienza raccolta nei tipi di motori trifasi esistenti era negativa: nel senso che i tipi di motori costruiti in antecedenza a quelli dei locomotori *E* 554 ed *E* 432 hanno dato così cattivo risultato, per quanto riguarda particolarmente l'isolamento (1), da dare sicure indicazioni sulla necessità di abbandonare i sistemi fino allora seguiti.

Il tipo di isolamento fino a poco tempo fa impiegato consisteva per i singoli conduttori in uno strato di cotone dello spessore di 0,5 mm. avvolto a nastro o tessuto sul conduttore stesso. Tra spira e spira veniva interposto anche un cartoncino di *presspann* dello spessore di mm. 0,5.

Verso massa l'isolamento era dato da un tubo di micanite dello spessore di 1,5÷2 mm. Le testate erano isolate verso massa con diaframmi di mica e annegate in asfalto.

Questo tipo di isolamento presenta due difetti fondamentali:

a) Impiego di materie tessili combustibili nell'isolamento tra spira e spira (isolamento classe *A*) (2);

b) La ventilazione del motore è fortemente compromessa dalla massa isolante esistente sulle testate.

Rimandando ad altra occasione di descrivere i provvedimenti escogitati per rimediare alla necessità di troppo frequenti riparazioni all'isolamento dei motori di vecchio tipo, l'esperienza fatta con questi motori ci ha spinto ad adottare per i motori dei locomotori *E* 554 ed *E* 432 tipi di isolamento più costosi come costruzione, ma che, dopo tre anni di servizio, possiamo dire hanno dato un risultato nettamente superiore a qualsiasi altro tipo precedentemente usato.

L'isolamento dei conduttori dei nuovi motori anzichè in cotone è in mica seta o in mica carta protetta da un nastro di seta o cotone, che non ha alcuna funzione isolante, ma solo di protezione meccanica per impedire lo sfaldamento della mica durante la co-

(1) Una statistica delle riparazioni eseguite ai motori di trazione trifasi nel periodo 1927-1930 è riportata qui di seguito:

Grupro	Totale motori riparati: statore rotore	Con una riparazione	Con due ripazioni	Con tre riparazioni	Con quattro riparazioni	Con cinque riparazioni	Totale motori esistenti in servizio	Percentuale dei motori riparati in tre anni rispetto agli esistenti
330	38	26	8	3	1	—	32	118
331	22	19	3	—	—	—	36	60
333 . . . . / 552	135	84	37	11	2	1	110	122
431	77	52	17	6	2	—	74	104
550	348	275	60	11	1	1	372	93
551	178	148	23	4	3	—	336	48
Totale . . .	798	—	—	—	—	—	990	—

(2) Vedasi l'articolo pubblicato nel n. 4, 15 aprile 1931 della *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane.*

struzione. Un isolante così costituito è considerato della classe *B* cioè incombustibile (figure 26 e 27).

L'isolamento verso massa è dato entro le cave da un tubo di mica mentre le testate dell'avvolgimento molto più sporgenti rispetto al pacco lamellare che non nei vecchi tipi di motori, vengono nastrate con cotone o amianto e verniciate. L'amarraggio delle testate è fatto in modo da non ostacolare la circolazione dell'aria (figg. 28 e 29).

Nei motori dei locomotori 432, nei quali in una stessa cava sia dello statore

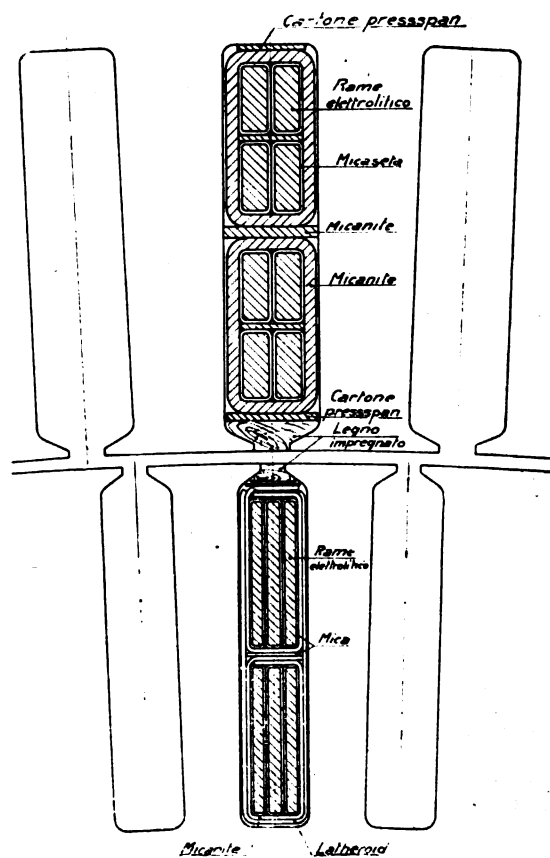
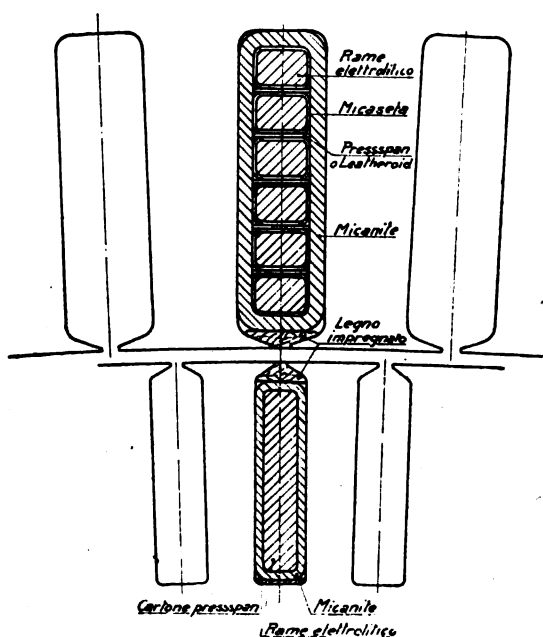



Fig. 26 — Isolamento conduttore Loc. Gr. E. 554.

Fig. 27 — Isolamento conduttore Loc. Gr. E. 432.

che del rotore vengono a trovarsi fasci di conduttori appartenenti a fasi diverse, le modalità dell'isolamento risultano, specialmente per il rotore, assai simili a quelle dei motori a corrente continua. Per lo statore, non essendo possibile costruire di un solo pezzo la intera zona, questa risulta di quattro parti: due fasci di conduttori entro le cave e due fasci di conduttori frontali identici per tutte le zone preparati preventivamente in sagome e aventi isolazione in mica.

La necessità di aumentare lo spazio riservato alle testate degli avvolgimenti ha portato come conseguenza di restringere il pacco lamellare e quindi aumentare il diametro del motore. Per la necessità di limitare il passo rigido e quindi la distanza tra le sale contigue ai motori si è dovuto prevedere per questi il montaggio sul telaio dall'alto.

In definitiva il miglioramento apportato agli avvolgimenti dei motori ha influito in modo radicale su tutto il disegno della parte meccanica della locomotiva, come sarà mostrato più avanti.

Dal punto di vista meccanico i due motori *E 554* ed *E 432* sono assai simili tra loro. Le carcasse dello statore sono di acciaio fuso (fig. 30 e 31).

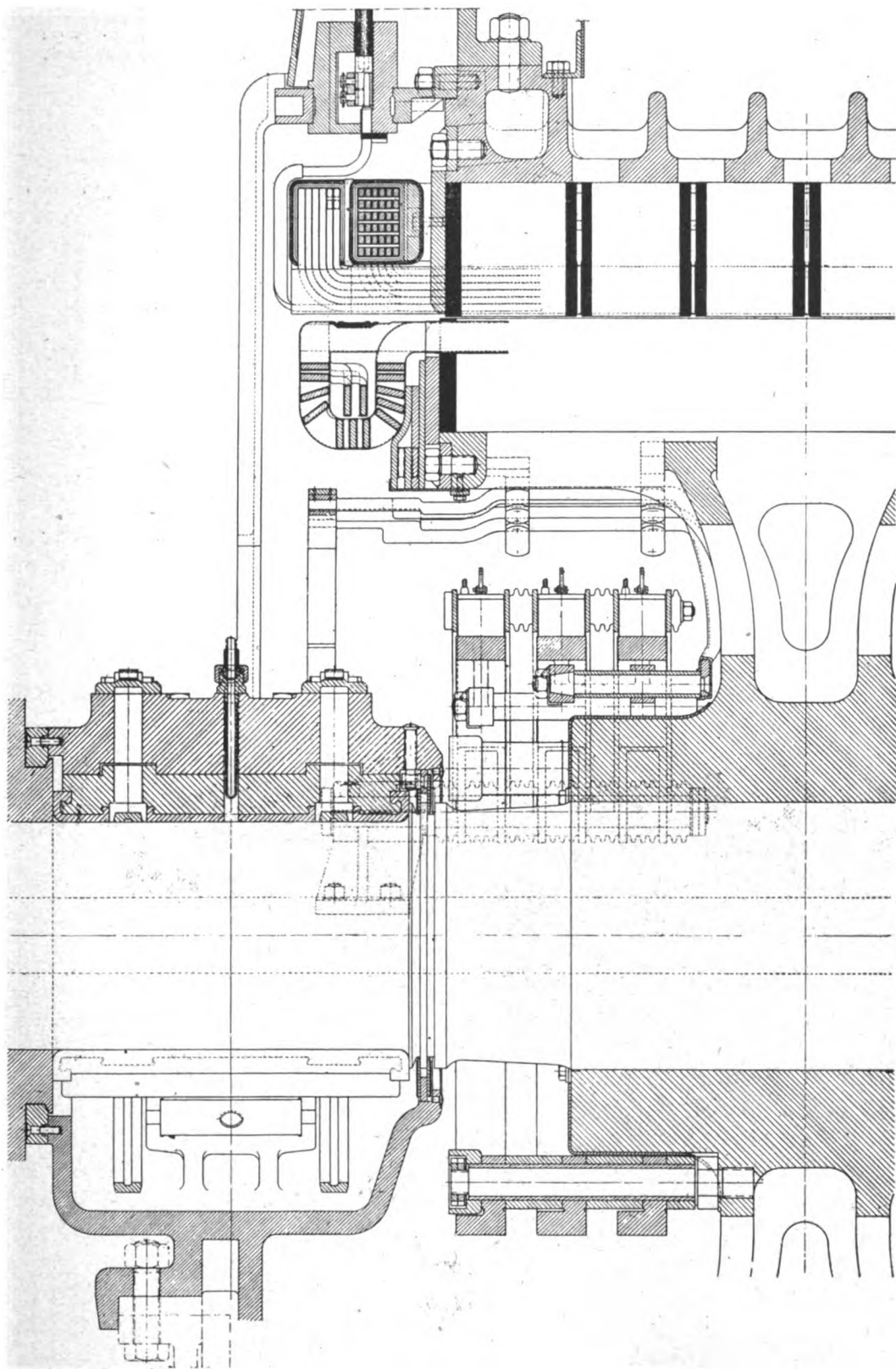



Fig. 28 — Testata motore sezionata Loc. Gr. E. 554.

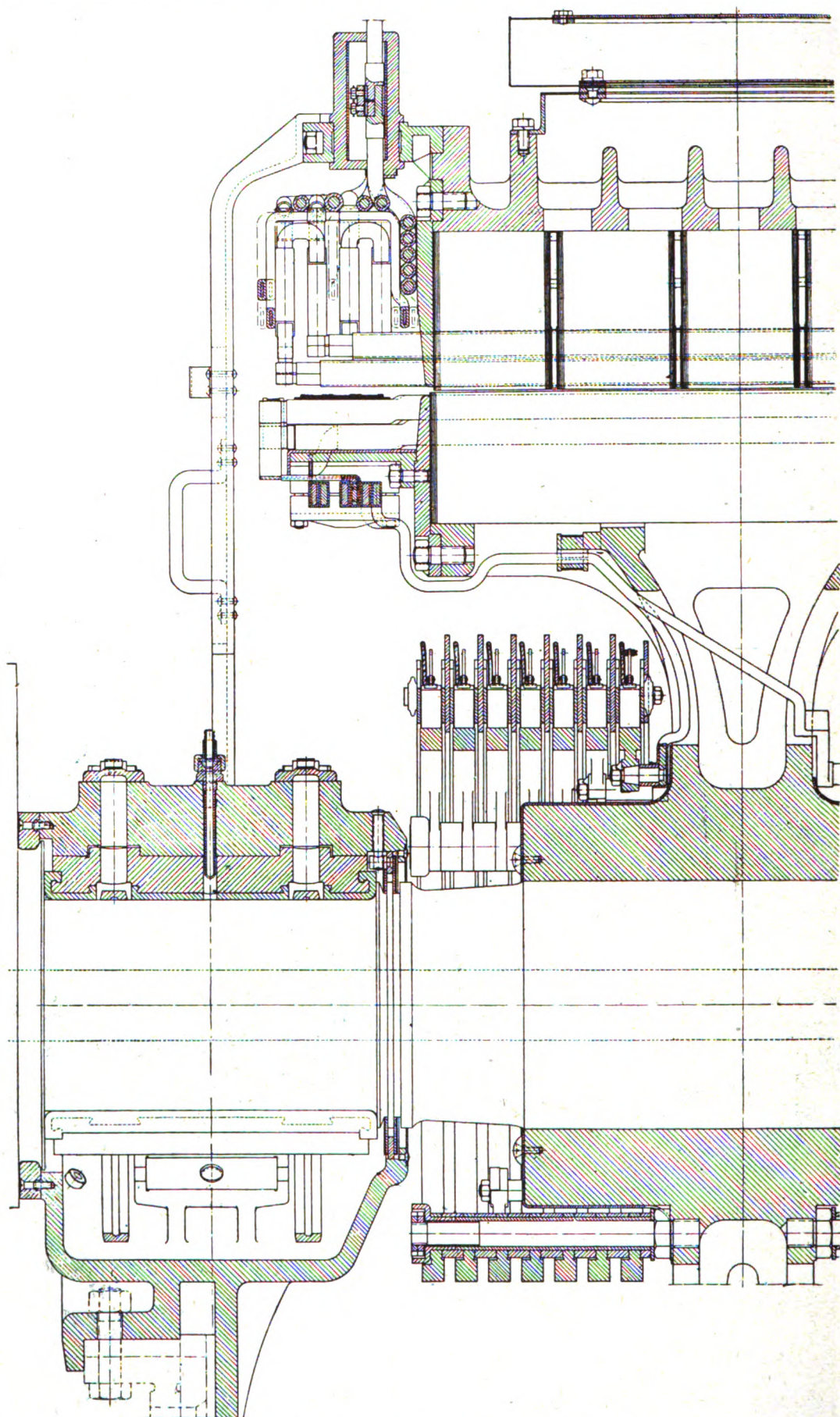



Fig. 29 — Testata motore sezionata Loc. Gr. E. 432.

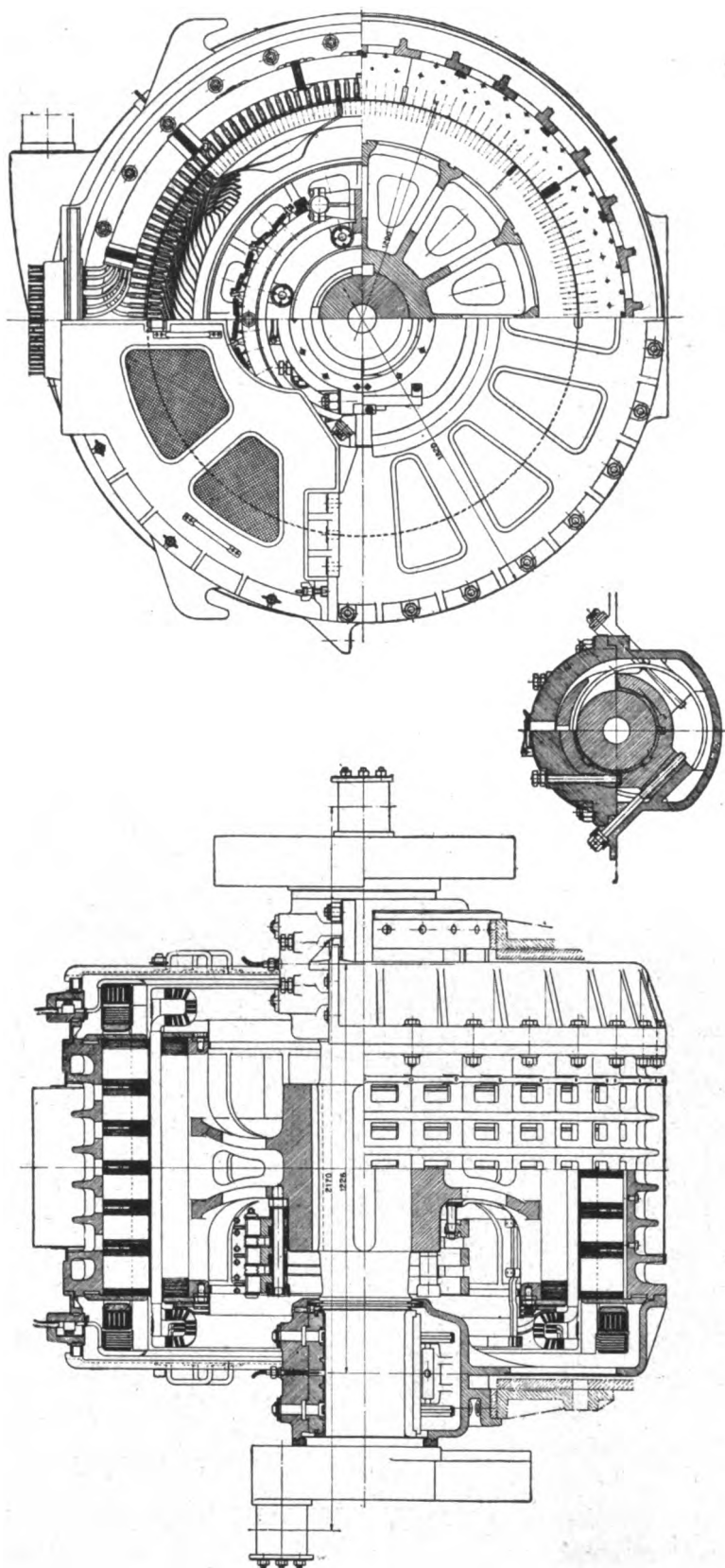



Fig. 30 — Insieme motore Loc. Gr. E. 554.

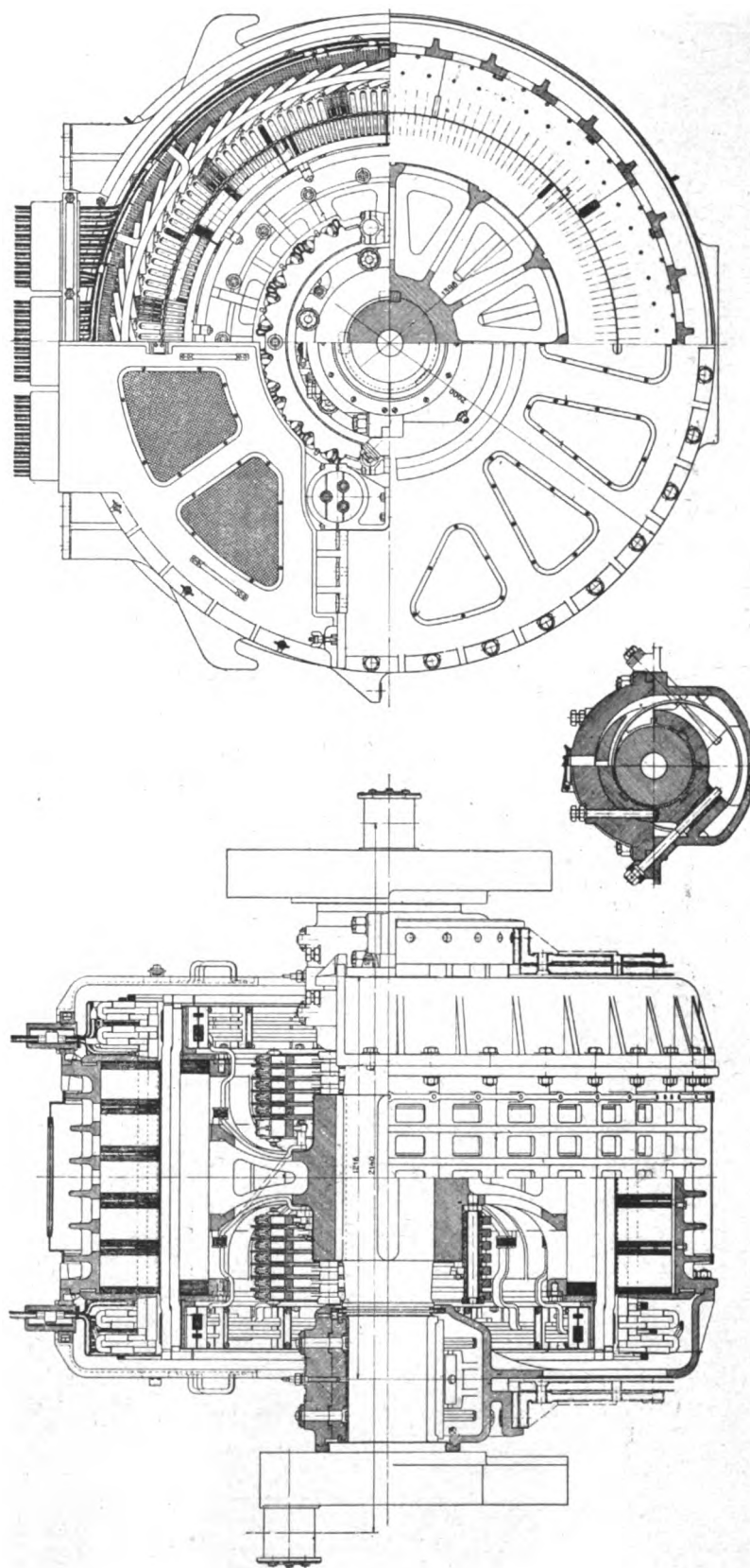



Fig. 31 — Insieme motore Loc. Gr. E. 432.

I mezzi scudi inferiori sono fusi insieme alla parte inferiore del cuscinetto e portano due superfici cilindriche per il fissaggio sul telaio. Le carcasse sono pure fissate rigidamente al telaio nel modo indicato nella figg. 46.

Il cuscinetto dei motori è registrabile entro i limiti, praticamente occorrenti per la ripresa dei giuochi tra albero dei motori e cuscinetto stesso. Nelle fig. 28 e 29 è indicato in sezione tale cuscinetto.

III. COMMUTATORI DEGLI STATORI.

Per realizzare le tre polarità (6, 8, 12 poli) nei motori del locomotore 432, l'avvolgimento dello statore è frazionato in 18 sezioni, ciascuna delle quali presenta, oltre che le prese di estremità, anche una presa intermedia a metà sezione. Il numero dei capi liberi uscenti dal motore è quindi di 54; numero che supera quello degli altri motori. Ciascuno dei 54 terminali deve essere collegato in ciascuna delle quattro combinazioni con un altro o con altri terminali.

Il tamburo dei contatti mobili, per effettuare le 4 combinazioni dovrebbe avere otto file di contatti. A meno di adottare diametri di tamburo enormi, non sarebbe stato possibile avere, con otto file di contatti, distanze rispettive compatibili con le tensioni. La difficoltà è stata risolta con l'artificio di disporre i contatti fissi in ordine tale che ogni contatto è preceduto dal contatto con cui deve essere collegato a una prima combinazione e seguìto da quello con il quale deve essere collegato in una seconda combinazione.

I contatti mobili si riducono così a semplici sbarrette che collegano due o più contatti fissi consecutivi. Inoltre le due file di contatti fissi tra loro affacciate sono ordinate in modo che le due file di contatti mobili effettuano i due collegamenti richiesti con una semplice rotazione di 180 del tamburo mobile. In tale modo si è riusciti ad avere due combinazioni dei contatti fissi con due file di contatti mobili, anzichè quattro.

IV. REOSTATI.

I reostati adottati sono del tipo a raffreddamento della soluzione sodica per vaporizzazione.

Le quantità di energia (calorie) che vengono dissipate in questi reostati, specialmente nel gruppo 432 nel quale l'avviamento è fatto con motori in parallelo, possono salire a valori di persino a 25÷30.000 calorie per avviamento. Questa cifra indica che il reostato non solo deve essere provvisto di un energico tipo di refrigerante, ma che la capacità termica del reostato stesso, data dalla massa di liquido, deve essere ingente.

La frequenza degli avviamenti in certi casi può arrivare a 10÷12 all'ora. La dissipazione di calore può essere dell'ordine di 200.000 a 300.000 calorie all'ora. È facile constatare che un sistema di raffreddamento a superfici (tubi ad alette), tenuto conto della temperatura estiva che sorpassa al sole i 40°, avrebbe condotto a un ingombro e peso inaccettabili.

Si è quindi adottato il tipo di reostato a vaporizzazione diretta della soluzione sodica da noi studiato e applicato per la prima volta ai locomotori a frequenza industriale (gruppi 570 e 470).

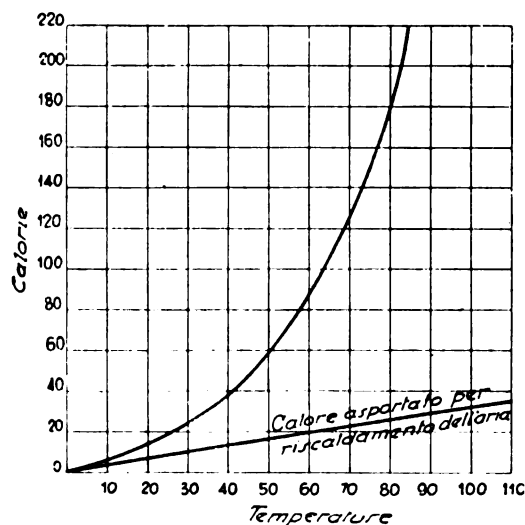



Fig. 32 — Curve calorie dissipate in un reostato.

Nella curva della fig. 32 sono indicate le calorie che vengono asportate da un mc. di aria mescolata a vapore d'acqua che esce dal refrigerante del reostato in corrispondenza di diversi valori di temperatura raggiunti dalla soluzione sodica.

Notiamo che le obbiezioni sollevate a suo tempo su questo tipo di reostato riguardanti la diminuzione di resistività della soluzione sodica, che si verifica man mano che questa per l'evaporazione si concentra, sono ingiustificate per il fatto che una sola variazione di temperatura di 30° nella soluzione fa variare del 100% il valore della resistenza specifica (vedi fig. 33).

La fig. 76 rappresenta schematicamente il tipo di reostato adottato per i locomotori 432.

Dalle pompe di circolazione che prendono la soluzione dal fondo del cassone, questa è condotta alla camera della valvola descritta più avanti. A seconda della posizione più o meno inclinata della farfalla una quantità maggiore o minore di soluzione è inviata nella camera dei lamierini; il resto ricade nel cassone. Quando il livello è giunto alla parte superiore della camera dei lamierini la soluzione tracima e cade su una serie di materassi di tornitura di ferro, ed è investita in senso inverso da una corrente di aria fredda prodotta da un ventilatore; dopo di che, raffreddata, la soluzione ricade nel cassone.

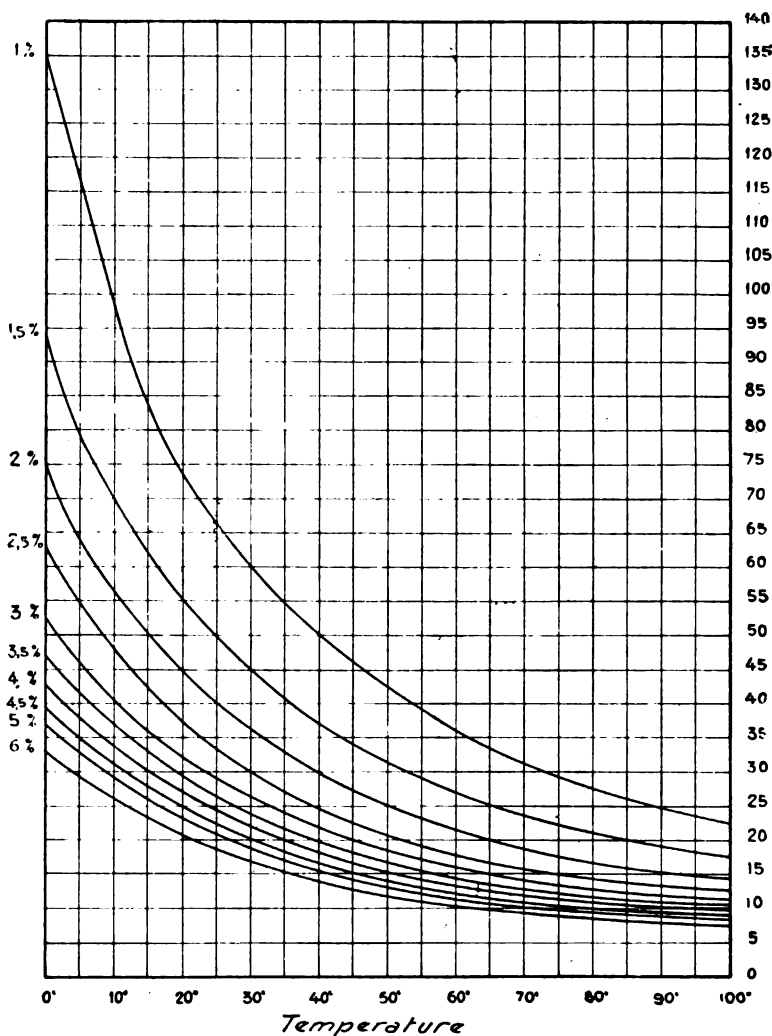



Fig. 33 — Resistività (ohm. per cmq. × cm.) di soluzioni di carbonato di soda anidro in acqua distillata per temperature da 0° a 100° gradi centigradi.

Questa forma di reostato e di refrigerante molto compatta e efficente, presenta il pregio di una ottima regolazione dovuta al tipo di valvola rappresentato nella figura citata.

Nella fig. 54 è invece rappresentato schematicamente il tipo di reostato applicato ai locomotori 554. In questo caso la necessità di avere un serbatoio di acqua dolce per la alimentazione della caldaia a nafta ha impedito di adottare la stessa forma di reostato applicata ai locomotori *E* 432. Il refrigerante è sovrapposto al cassone e la soluzione è introdotta dall'alto; all'uscita, a mezzo della valvola sopra accennata, è introdotta in quantità più o meno grande nella camera dei lamierini. Quando questa è riempita la soluzione stramazza nella parte inferiore del cassone.

Il pregio principale di questi reostati consiste nella semplicità di manovra. Non più wattometri regolatori e testa di reostato, che se potevano presentare qualche attrattiva in uno studio a tavolino erano in pratica fonte di complicazione e di inconvenienti.

V. INTERRUTTORI.

Il problema degli interruttori per le locomotive elettriche è divenuto sempre più difficile in questi ultimi anni per le locomotive di qualsiasi sistema, non tanto per l'aumento di potenza delle locomotive stesse, quanto per il fatto che, con l'estendersi della elettrificazione, la potenza degli impianti di alimentazione è in qualche caso rilevantissima.

Si è quindi verificato il fenomeno che tipi di interruttori in servizio da oltre 20 anni con esito abbastanza soddisfacente, hanno dato luogo a inconvenienti qualche volta assai gravi per l'incolumità del personale quando recentemente la potenza degli impianti fissi di alimentazione è passata da qualche migliaio a parecchie diecine di migliaia di kw.

Per i nuovi locomotori *E* 432 ed *E* 554 si decise quindi di studiare *ex-novo* anche il problema degli interruttori, non ritenendosi assolutamente rispondenti allo scopo i tipi di interruttori invertitori a candele e quelli automatici in olio applicati nei tipi di locomotori costruiti in precedenza.

Le difficoltà che presenta lo studio di un interruttore per locomotive sono dovute:

1. Alla deficenza di spazio disponibile.

2. Al gran numero di interruzioni da effettuare giornalmente.

3. Alla necessità che l'interruttore sia capace di interrompere corti circuiti sul locomotore che, come si è accennato, negli impianti attuali

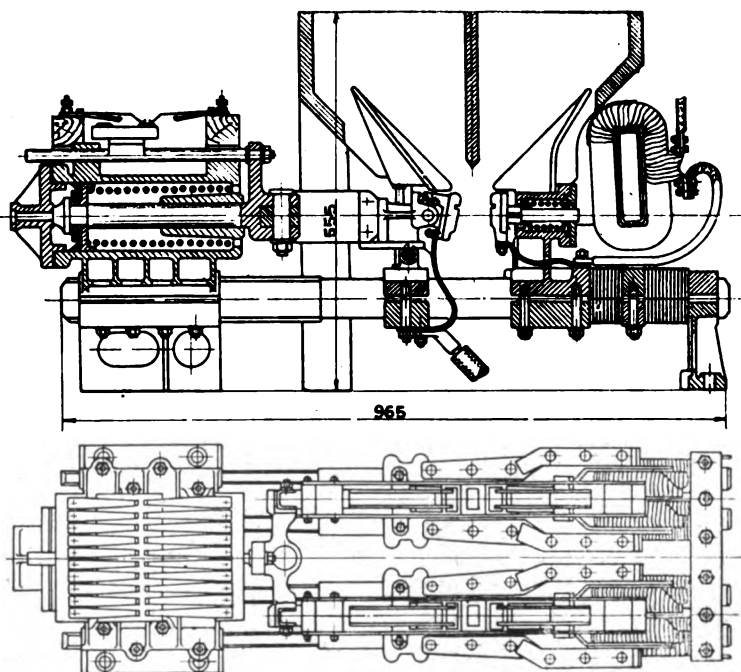



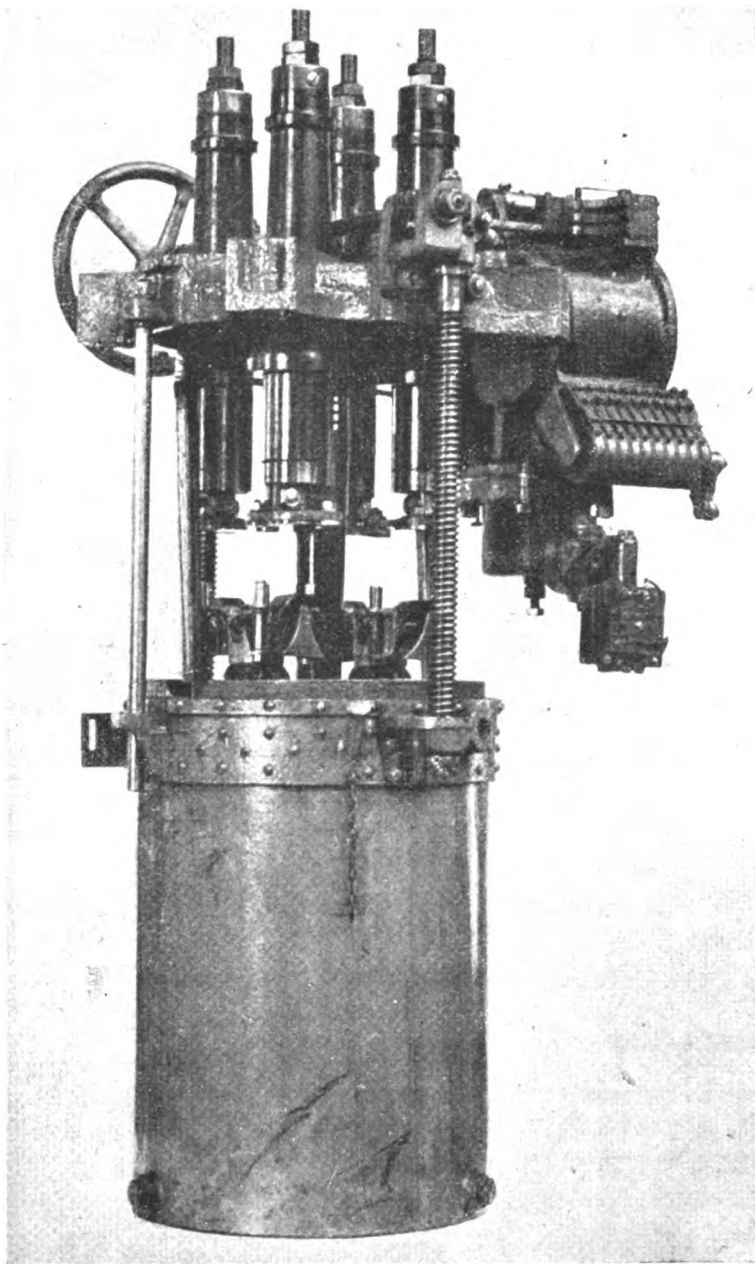
Fig. 34 — Interruttore in aria.

possono essere alimentati da potenze rilevantissime di macchinario di centrali e sottostazioni.

Per soddisfare a queste condizioni vennero studiati due tipi di interruttori; uno in aria con disposizione simile a quella degli interruttori di linea dei locomotori a corrente continua e un altro in olio.

Fig. 35 — Interruttore invertitore.

Il tipo di interruttore in aria fu studiato principalmente allo scopo di bandire completamente l'olio, che, per il numero grande di interruzioni e la capacità necessariamente limitata della cassa di contegno, è soggetto a rapido deterioramento e presenta quindi qualità isolanti deficienti dopo breve periodo.

Il tipo di interruttore in aria rappresentato schematicamente nella fig. 34 fu costruito, a titolo di prova, ma non ebbe però ulteriori applicazioni, non tanto perchè i risultati da esso forniti fossero non soddisfacenti, che al contrario sem. bravano esserlo, quanto perchè il tipo di interruttore invertitore in olio, studiato contemporaneamente, era stato già messo in esercizio con risultati così superiori all'aspettativa da farne reclamare la rapida estensione in sostituzione degli altri tipi di apparecchi fino allora impiegati. Questo secondo tipo di interruttore che è descritto in dettaglio più avanti, racchiude in sè la funzione dei due apparecchi precedentemente in uso: l'interruttore automatico e l'interruttore primario invertitore (fig. 35).

Sebbene, per maggiore prudenza, in entrambi i tipi di locomotori si sia piazzato questo apparecchio in uno dei cofani e quindi lontano dal personale, in realtà, gli inconvenienti avutisi nelle centinaia di apparecchi di questo tipo ormai in esercizio sono stati minimi. Accenniamo alla circostanza che, contrariamente alle previsioni, l'impiego dicontatti piani a lamelle si è dimostrato incontestabilmente superiore a quello di contatti a V autostringenti.

DISPOSIZIONE GENERALE DELLA PARTE MECCANICA

Si è accennato più avanti che la scelta della frequenza del sistema trifase (da prima 15 poi 16,7 circa) fu fatta a suo tempo allo scopo principale di poter adottare un sistema di trasmissione diretta del movimento dai motori alle ruote delle locomotive.

Nei primi locomotori costruiti nel 1902 (gruppo *E* 430) erano stati adottati motori concentrici alla sala. La trasmissione del movimento tra l'albero cavo del motore e la ruota motrice era effettuata a mezzo di un sistema di leve articolate, che merita di essere ricordato se non altro perchè recentemente è stato nuovamente adottato inqualche locomotiva costruita all'estero (vedi fig. 36).

Evidentemente questo sistema parte dal presupposto che la estrazione della sala dall'asse cavo del motore, per necessità di riparare quest'ultimo, si verifichi raramente. Purtroppo i mo-

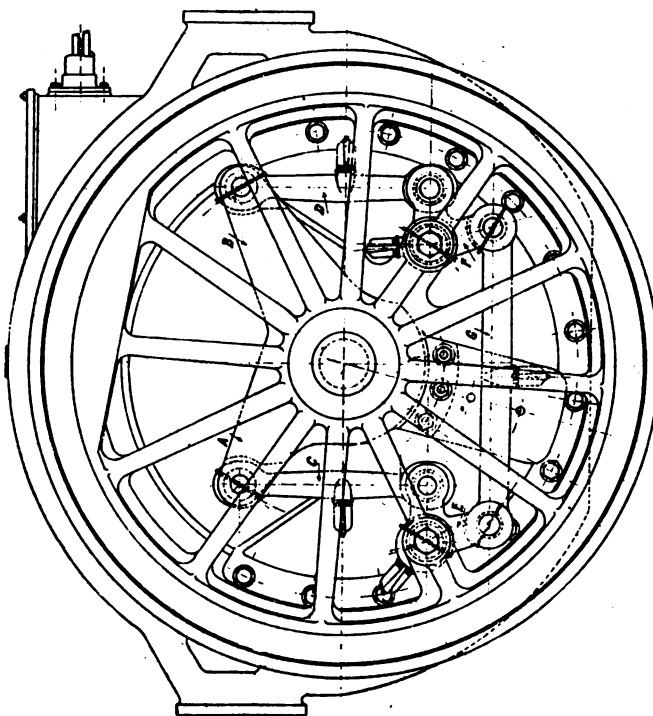
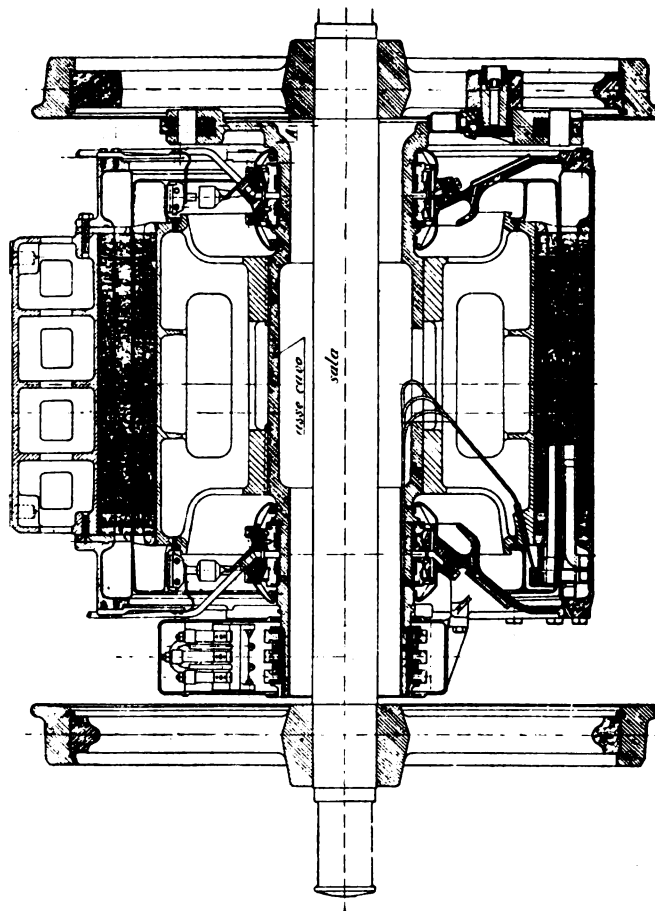



Fig. 36 — Trasmissione Valtellina.

tori di trazione, e quelli trifasi in ispecie, hanno dimostrato fino dagli inizi di non essere immuni da guasti, ai quali abbiamo in parte accennato.

La necessità di scalettare con frequenza il centro ruota dalla sala per estrarre il motore ha fatto quindi abbandonare questo sistema sino dagli inizi. Le locomotive costruite a partire dal 1904 (gruppi *E* 360) sono invece munite di due soli motori e la trasmissione del movimento è effettuata con biella triangolare.

Il fatto di avere conservato nei successivi impianti la frequenza di 16,7 ha obbligato a mantenere la trasmissione con bielle anche nelle locomotive successivamente costruite; la locomotiva munita di due grossi motori legati alle ruote con un sistema di bielle rappresenta praticamente quindi l'unica possibilità per le locomotive trifasi a bassa frequenza.

È facile ora constatare che, con un diametro esterno dei motori di 1,82 metri quale si è dovuto adottare per i locomotori *E* 554 e di 2 metri per quelli *E* 432, diveniva impossibile adottare la disposizione del telaio che permette di montare i motori dal basso. Con tale disposizione infatti il passo rigido delle due locomotive 554 e 432 sarebbe risultato tale (figg. 37 e 38) da renderne impossibile la circolazione in curve aventi il raggio di 100 metri, sulle quali, per dato, i locomotori devono potersi iscrivere.

Questa condizione rende tassativo non oltrepassare i passi rigidi che sono stati adottati (figg. 39 e 40) e obbliga a rinunciare alla possibilità di montare i motori dal basso, almeno per locomotive a quattro o cinque assi accoppiati.

Per le locomotive a cinque assi accoppiati, veniva anche imposta la condizione di aumentare, per quanto è possibile, la distanza tra il primo e secondo asse e tra il quarto e quinto, allo scopo di diminuire le sollecitazioni sulle membrature dei ponti, che nei tipi di locomotive *E* 550 ed *E* 551, per la vicinanza di detti assi, risultano notevoli.

Altre considerazioni, per altro suggerite dalla esperienza, hanno concorso a far scegliere la disposizione con motori montati dall'alto. Se si paragonano i disegni schematici dei telai delle locomotive *E* 551 ed *E* 431 (figg. 41 e 42) rispettivamente con quelli delle locomotive *E* 554 ed *E* 432 (figg. 43 e 44) appare a prima vista come la resistenza e rigidità di questi ultimi sia molto maggiore di quella dei primi, per i quali non è possibile adottare efficaci controventature nella parte inferiore centrale del telaio.

L'esperienza ha insegnato che nelle locomotive trifasi è assolutamente necessario irrigidire il telaio anche perchè le deformazioni elastiche sono causa di riscaldi nei cuscinetti e nei perni.

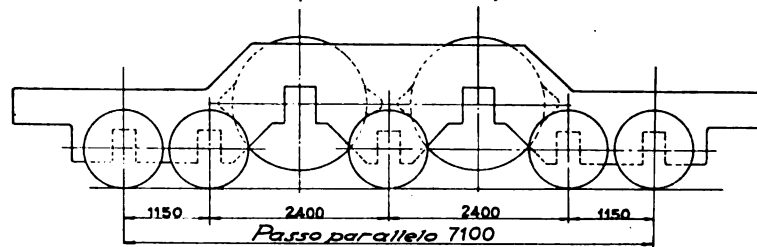
Queste considerazioni, sommate con quelle provenienti dalla necessità di ridurre il passo rigido al minimo, hanno reso inevitabile la disposizione dei motori montati dall'alto. La distanza tra gli assi dei motori e quelli delle ruote è risultata di 850 mm. per il locomotore *E* 554 e di 950 mm. per il locomotore *E* 432, tale quindi da fare scartare la possibilità di adottare la trasmissione con biella triangolare rigida per l'eccessivo peso della biella e l'ingombro dei contrappesi dei motori.

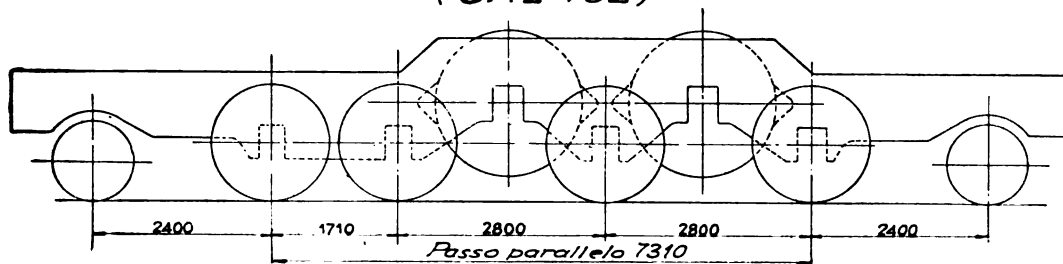
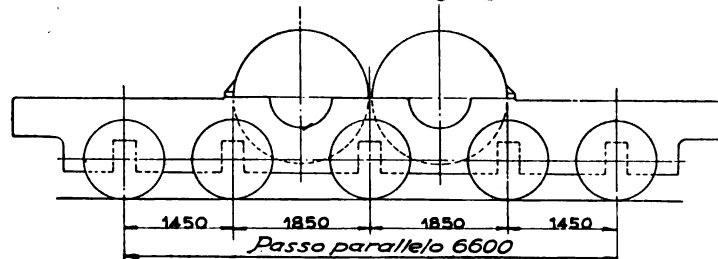
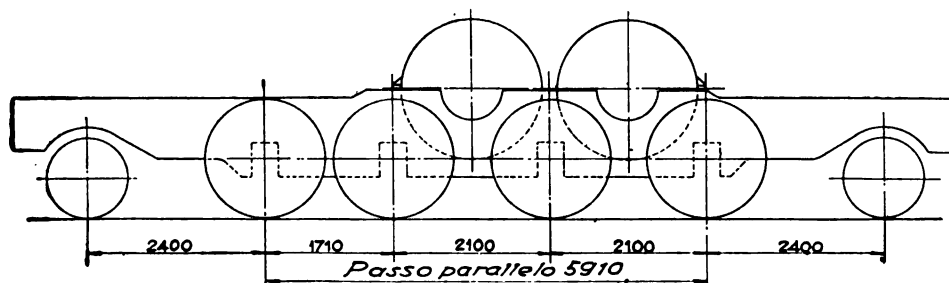
Vennero quindi adottati i sistemi di bielle articolate inventati da uno degli autori nel 1920 (fig. 48) e descritti a suo tempo in altre Riviste (1) alle quali si rimanda per ogni ulteriore esame delle questioni cinematiche e dinamiche ad esse inerenti.

---

(1) Vedi *Revue Générale des Chemins de fer.* n. 2 del febbraio 1923 e *L'Elettrotecnica*, n. 33 del novembre 1922.

passo parallelo con i motori smontabili dal basso.

(Gr: E. 554.)

Passo parallelo con i motori smontabili dal basso

(Gr: E 432)

. Gr: E. 554.

. Gr: E. 432 .

Figg. 37, 38, 39, 40.

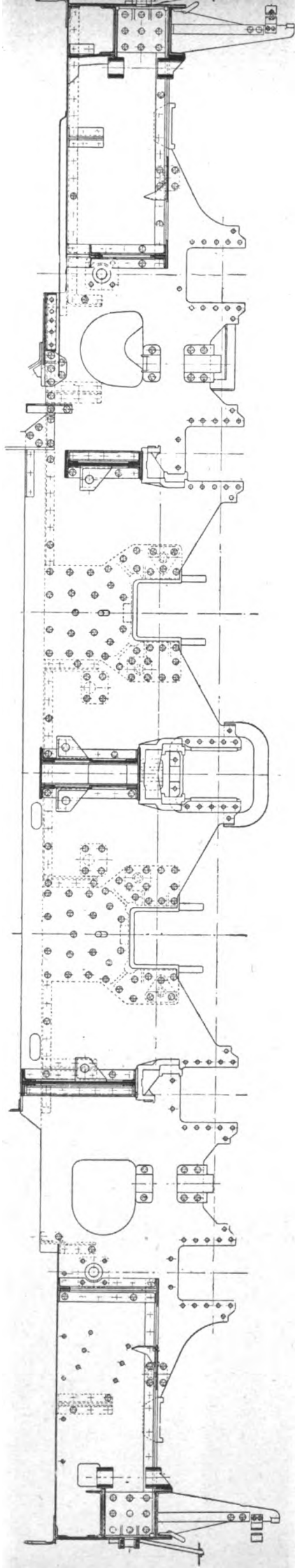



Fig. 41 — Telaio Loc. Gr. E. 551.

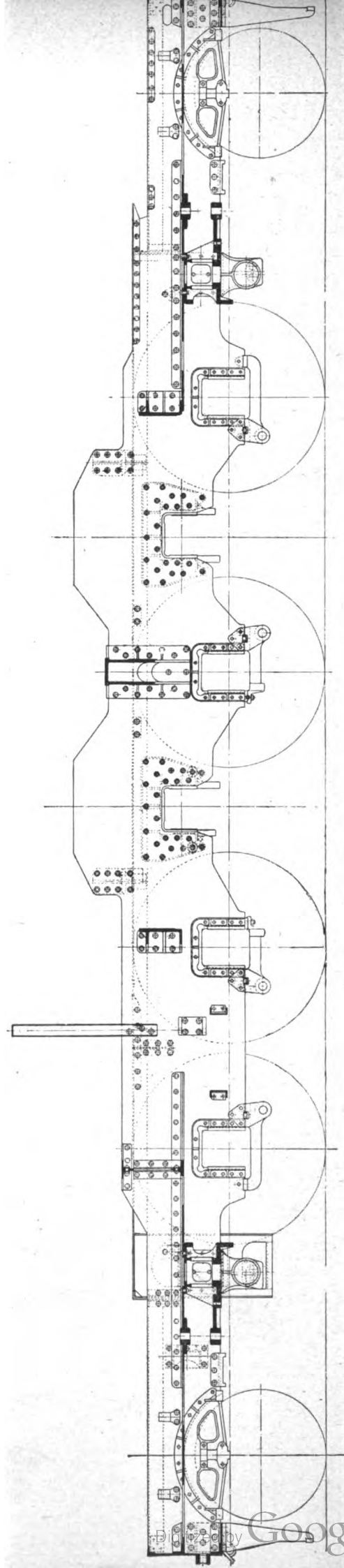



Fig. 42 — Telaio Loc. Gr. E. 431.

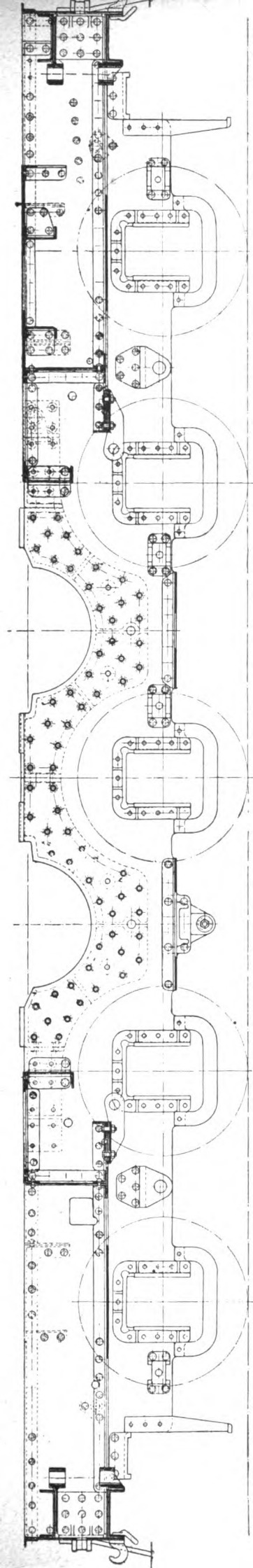



Fig. 43 — Telaio Loc. Gr. E. 554.

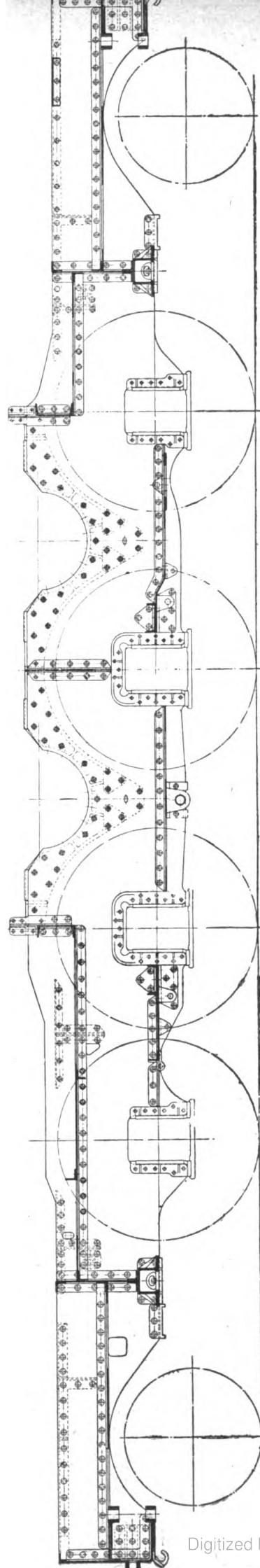



Fig. 44 — Telaio Loc. Gr. E. 432.

RISULTATI DI ESERCIZIO. — I locomotori *E* 432 sino dai primi mesi della loro entrata in servizio furono assegnati ai treni più importanti della Firenze-Bologna e della Torino-Genova-Livorno.

Entrambe le linee hanno profilo misto e richiedono quindi notevoli sforzi di trazione sui tratti a pendenza massima a velocità di 50 km.-ora, mentre nei tratti meno acclivi è possibile sviluppare le velocità di 75 e 100 km.-ora.

Come si è accennato, prima della entrata in servizio di questi locomotori per trainare i treni più pesanti sulla Firenze-Bologna venivano impiegate persino cinque locomotive.

Attualmente un solo locomotore *E* 432 traina il treno sull'intero percorso con aiuto di una macchina di spinta nel tratto Pistoia-Pracchia o Porretta-Pracchia, solo se il peso rimorchiato sorpassa in questo tratto le 240 tonnellate.

Sulla linea Livorno-Genova-Torino prima della entrata in servizio dei locomotori *E* 432 esistevano difficoltà di trazione per i treni più pesanti sulle due linee dei Giovi, specialmente sulla vecchia linea sulla quale i locomotori 431, ad esempio, avevano una prestazione a 50 km. di sole 70 tonnellate, mentre per i 432 questa è di 180. La entrata in servizio dei 432 ha permesso di sopprimere triple trazioni con risparmio di tempo, di macchine e di spesa.

Si può quindi dire che i locomotori *E* 432 hanno riempito una lacuna esistente nel parco di locomotive trifasi adibite al servizio viaggiatori, dovuta in massima parte al fatto che nessuna delle locomotive costruite in precedenza poteva sviluppare lo sforzo di trazione alla velocità di 50 km.-ora, che occorre per i tratti acclivi, o per deficenze dovute ai motori di trazione o per scarsa aderenza.

In queste condizioni i risultati della trazione elettrica trifase non apparivano certo molto brillanti rispetto a quelli della trazione a vapore usata in precedenza.

Dal febbraio 1929 al febbraio 1931 le locomotive *E* 432 hanno percorso sulla linea Firenze-Bologna 2.600.000 km. in servizio ai treni (incluse le corse di prova o i percorsi a vuoto). La diligenza del personale avendo contribuito al buon servizio, le chiamate di locomotiva di riserva sono divenute insolitamente rare, sia come numero assoluto, sia riferite a 100.000 km. di percorso reale. La cifra di 0,66 chiamate per 100.000 km. rappresenta un risultato mai raggiunto in precedenza con locomotive elettriche e inferiore alla media di quello che si ha colla trazione a vapore.

Nel numero di riserve sono state incluse anche quelle dovute a guasti alla linea di contatto e a altre cause non sempre inerenti al locomotore.

Sulla linea Torino-Genova-Livorno e Genova-Savona dal maggio 1929 al febbraio 1931 le 20 locomotive 432 colà in servizio hanno percorso oltre tre milioni di km. Le chiamate di riserva sono state in numero più che triplo che non nel caso precedente, evidentemente per cause estranee alle qualità delle macchine in se stesse.

Alla regolarità del servizio ha fatto riscontro una minore accudienza nei Depositi per riparazioni e manutenzione.

Molte locomotive hanno raggiunto percorsi di oltre 150.000 km. prima di effettuare la riparazione in officina. In qualche caso sono stati oltrepassati i 180.000 km. senza neppure un riordino del biellismo.

I resultati della apparecchiatura elettrica dal punto di vista della riparazione e del buon funzionamento in servizio sono pure stati incontestabilmente superiori a quelli avuti in altri gruppi di locomotori.

I locomotori 554 all'infuori della linea del Brennero, dove sino dall'apertura dell'esercizio hanno da soli assicurato il servizio, nelle altre linee sono stati messi in servizio gradualmente man mano che venivano consegnati dalle Ditte costruttrici. Data l'esuberanza di locomotive elettriche di questo tipo essi vennero in parte anche accantonati in attesa di prestare servizio sulle linee ancora in corso di elettrificazione.

Sulla linea del Brennero i locomotori 554 hanno percorso sino al febbraio 1931 oltre due milioni di km. con regolarità notevole, se si tiene conto che il tipo di macchina era completamente nuovo, costruito da varie Ditte e non sempre in modo esemplare. Il numero di chiamate di riserva è stato in media di 1 ogni 40.000 km. In questi ultimi mesi, eliminati i difetti di costruzione e meglio impratichitosi il personale, la regolarità di servizio è grandemente aumentata ed accenna ad essere superiore, anche per questo gruppo di locomotori, a quella che si verifica in altri gruppi di locomotive dello stesso tipo.

Questi risultati sono confermati da quelli forniti dall'esercizio di altre linee di montagna sulle quali attualmente questo gruppo di locomotori va sostituendo man mano altri gruppi.

Complessivamente nelle varie linee questo gruppo di locomotori ha percorso oltre quattro milioni di km. *(Continua)*

La nomina dell'Ing. Chiossi a Vice direttore generale delle FF. SS.

A coprire la carica di Vice direttore generale dell'Amministrazione ferroviaria è stato chiamato l'ing. Giovanni Battista Chiossi, già Capo del Servizio Materiale e Trazione.

Egli è da anni membro autorevole ed operoso del nostro Comitato di Redazione; e la « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », nell'esprimergli le felicitazioni più vive, è sicura di poter sempre contare sulla sua valida cooperazione.

Una riunione a Vienna per studi sulle comunicazioni.

La Società Austriaca di scienze delle comunicazioni organizzerà alla « Hochschule fuer Welthandel » (Università del Commercio Mondiale) di Vienna la « Seconda Settimana di scienze delle comunicazioni dall'8 al 13 giugno 1931. È assicurata la partecipazione di competenti nella teoria e nella pratica delle comunicazioni i quali faranno un'interessante serie di conferenze destinate a costituire un quadro completo delle più attuali questioni relative al traffico ferroviario, alla navigazione sui fiumi, laghi e canali ed ai servizi automobilistici.

La manifestazione comprende anche alcune visite istruttive, fra cui quella di una escursione a Passau per il servizio cumulativo ferroviario fluviale del Danubio e lo stabilimento elettrico del Kachlet.

Informazioni presso la « Oesterreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Wien XIXI, Austria, Hochschule fuer Welthandel ». Sono annunziate facilitazioni di viaggio per la Navigazione sul Danubio e per le ferrovie Federali austriache.

Effetti della razionalizzazione nelle tranvie urbane di Milano

Comunicazione al II Congresso degli Ingegneri Italiani in Roma

Ing. GAETANO D'ALÒ

Le tranvie di Milano, che nel 1900 servivano una popolazione di 477.308 abitanti, oggi devono soddisfare le esigenze di 987.000 abitanti, distribuiti su un territorio assai più vasto, anche per l'aggregazione, avvenuta nel 1924, dei comuni più vicini al maggior nucleo cittadino.

Con l'aumentare della popolazione e del territorio non è, però, cambiata la rete interna delle strade, che specialmente al centro della vecchia città, dove il traffico più si addensa, sono strette e tortuose tanto che i tram e le automobili debbono in parecchi tratti procedere in una fila sola, per ogni senso di marcia, non essendovi larghezza sufficiente per il passaggio simultaneo di quattro veicoli. E non è cambiata neppure l'altra caratteristica delle maggiori strade cittadine, di convergere tutte verso un centro unico, la Piazza del Duomo, che è un punto di passaggio obbligato per grandissima parte delle comunicazioni interne.

In questa piazza aveva sede da trent'anni la stazione centrale delle tranvie, dove le linee terminavano su d'un multiplo anello di binari, sul quale le carrozze giravano obbligatoriamente in arrivo e in partenza. Ma poichè la Piazza è anche il massimo centro di smistamento del traffico ordinario, il crescere contemporaneo del volume di questo (particolarmente per lo sviluppo dell'automobilismo) e del traffico tranviario aveva portato uno stato di saturazione tale da rendere incompatibile la coesistenza delle linee tranviarie e dei veicoli ordinari, che sempre più si intralciavano a vicenda, con grande scapito della regolarità dei servizi e della sicurezza della circolazione.

La riforma delle linee.

Fu così deciso che i tram sgombrassero la Piazza del Duomo. Le linee vennero deviate a fasci su strade prossime ad essa, attuando nel breve spazio di due mesi (ottobre-novembre 1926) tutto un nuovo piano di esercizio, per itinerari diametrali attraversanti il centro cittadino; i e posteggi furono portati esclusivamente alla periferia della città, su binari terminali ad anello (1).

In seguito a questa riforma delle linee e avendo rivedute le percorrenze, adattati in larga misura gli scambi a comando elettrico, disciplinata rigorosamente la salita e la discesa dei passeggeri, istituite le fermate doppie (sussidiarie) nei punti di maggior concorso, si ottenne di aumentare la velocità media complessiva dei servizi, che salì da kilometri 10,3 a Km. 11 all'ora; mentre l'utilizzazione media di una carrozza, che nel 1926 era stata di Km. 62.444, saliva nel 1927 a Km. 68.603, con un beneficio del 10 %.

(1) Vedere negli *Atti del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri* di Milano la comunicazione su « I Tranvai milanesi e la recente riforma », del 18 maggio 1927.

Lo sbloccamento della rete monocentrica, che ebbe l'immediato effetto di decongestionare il movimento nella Piazza e nelle adiacenze e portò all'esercizio delle tranvie i benefici accennati, ha assicurato altresì al sistema tranviario la possibilità di adattarsi nel futuro, operando ulteriori arretramenti delle linee, alle crescenti esigenze del traffico nella zona centrale. Ed ecco che oggi, dopo la copertura del Naviglio e la posa dei nuovi binari in via Fate-bene-fratelli, si può già liberare, quando si voglia, le vie Manzoni e Tommaso Grossi, avviando i tram direttamente da Piazza Cavour per via Pontaccio al Foro Bonaparte. E in un domani non troppo lontano, quando sarà aperta la nuova via di piano regolatore congiungente il Verziere con Piazza Missori, si renderà possibile liberare anche il Corso Vittorio Emanuele e la Via Monforte, angusta fra tutte.

LO STATO DELLA RETE.

Ma il problema tranviario cittadino, che la riforma delle linee aveva portato in primissimo piano, presentava un complesso di altre questioni, che occorreva affrontare e risolvere.

L'esercizio della rete era passato il 1° gennaio 1917 dalla Società Edison al Municipio, che aveva deciso di gestirlo provvisoriamente in una forma intermedia tra il servizio in economia e l'azienda autonoma. La guerra, il dopoguerra e le incertezze insopprimibili della provvisorietà degli ordinamenti avevano ridotta la rete (la cui lunghezza d'esercizio dal 1916 al 1926 era cresciuta da 120 a 220 Km. e il cui traffico era passato da 196.221.325 a 334.016.074 viaggiatori) in condizioni meno che soddisfacenti. Le linee, il materiale rotabile, la rete d'alimentazione risentivano gravemente della loro vetustà e degli scarsi mezzi destinati per lunghi anni alle manutenzioni e ai rinnovamenti.

Una estesa abbruciatura di cavi aveva determinato una vasta interruzione del servizio nell'estate 1925, rivelando le condizioni di anorganicità in cui si era sviluppata la rete. La circolazione di un nuovo tipo di carrozze a due assi, il cui peso eccedeva la resistenza del binario, direttamente posato sulla massicciata senza interposizione di traverse, aveva finito di dissestare le linee e le strade, specie nelle zone di maggior movimento. Le vecchie motrici, in gran parte ad un solo motore, risultavano insufficienti alle esigenze del traffico, cresciuto di tanto da richiedere su quasi tutte le linee l'impiego della rimorchiata, e su qualcuna anche di due. L'adozione generale della mano destra nella circolazione, dopo avere richiesta l'apertura delle piattaforme anche dal lato dell'interbinario, esigeva che le carrozze, le cui porte interne erano costruttivamente spostate a sinistra, fossero riparate, man mano che entravano in officina, rifacendo le pareti frontali della cassa con la porta nel mezzo. Nè troppo felice era la condizione in cui si svolgeva il servizio della manutenzione e della riparazione dei rotabili, diviso tra due officine principali e tre officine di deposito.

IL PIANO DI RINNOVAMENTO.

Fu dunque necessario porre allo studio un vasto piano di razionale rinnovamento, il cui schema venne esposto al 3° Congresso internazionale dell'Organizzazione Scientifica del Lavoro, tenutosi a Roma nel 1927 (1). Dare al servizio tranviario l'assetto più moderno, assicurando al massimo grado i requisiti fondamentali della rapidità, della sicurezza

(1) Vedi « La riforma e la riorganizzazione delle tranvie di Milano » negli *Atti* di quel Congresso.

e dell'economia, era l'obbiettivo. Ed esso fu perseguito nei riguardi delle linee, degli stabilimenti, degli uffici, del personale e del materiale rotabile, attuando un complesso di provvedimenti, che furono partitamente esposti in una comunicazione al Sindacato Ingegneri di Milano nel giugno 1929 (1) e che qui è appena il caso di elencare rapidamente.

Dovendo dare agli uffici della Direzione una nuova e definitiva sede, essi vennero riorganizzati con criteri moderni e con largo impiego delle macchine da calcolo e da statistica.

Ai tre depositi esistenti, che più non bastavano per contenere tutte le carrozze, ne vennero aggiunti altri due, determinandone l'ubicazione in modo da ridurre al minimo i percorsi a vuoto per l'uscita e l'entrata delle vetture, con vantaggio notevole dell'economia e dell'elasticità del servizio.

Furono concentrate le cinque officine esistenti in un'unica nuova officina, preordinata allo scopo di attuarvi la lavorazione a catena e di ridurre al minimo la giacenza delle carrozze per il turno periodico delle revisioni.

La rete d'alimentazione fu riordinata tutta e rafforzata, con l'aggiunta di tre nuove sottostazioni e la posa di nuovi cavi e di nuovi fili.

I binari furono rinnovati in larga misura e rafforzati, introducendo l'impiego sistematico delle traversine metalliche, adottando in via normale la saldatura alluminotermica delle rotaie e cercando, ovunque la larghezza delle strade lo consentisse, di porli in sede rialzata.

Ma la parte più importante del piano di rinnovamento attuato è quella che riguarda il materiale rotabile.

Le nuove carrozze

Il migliaio di carrozze a due assi che costituiva la dotazione della rete nel 1926 era in gran parte decrepito. Le riparazioni riuscivano singolarmente costose, divenendo spesso vere e proprie ricostruzioni, mentre la scarsità dei mezzi di officina contribuiva a farle costare di più e non consentiva di intensificarle come si sarebbe dovuto. D'altra parte lo sviluppo considerevole del traffico aveva fatto estendere, come si è detto, l'impiego delle rimorchiate a quasi tutte le linee, e i convogli, susseguentisi con sempre maggior frequenza nelle strade del centro, riuscivano oltremodo ingombranti, per la loro lunghezza (che giungeva fino a 19 metri), per la durata delle fermate (conseguente dal servizio su quattro piattaforme) e per la lentezza degli avviamenti. Inoltre il numero degli infortuni per cadute di passeggeri era sensibilmente cresciuto dopo l'adozione della circolazione a destra e scarsamente efficaci si erano rivelati le scritte, gli avvisi al pubblico e gli ordini al personale, per prevenirli.

Il complesso di queste considerazioni portò ad esaminare la convenienza di adottare vetture a carrelli di capacità pari alla capacità media di uno degli esistenti treni motrice-rimorchiata. Alla circolazione delle lunghe vetture si opponeva la ristrettezza degli interbinari, specie nelle curve. Ma questo problema fu decisamente affrontato anche in rapporto all'aumento della larghezza della sagoma, che fu portata da m. 2,15 a m. 2,35.

Il tipo di vettura prescelto fu il Peter-Witt, opportunamente adattato alle più moderne esigenze, a cassa metallica, lunga 13 m. e capace di oltre 100 posti, con porte a comando pneumatico e blocco elettrico, con 4 motori a rapido avviamento (2).

---

(1) Vedi «Il rinnovamento tranviario a Milano (1926-29)», negli *Atti del Sind. Ingegneri di Milano*, del 1929.

(2) Vedere: «Le nuove carrozze tranviarie di Milano» nella rivista *L'Ingegnere*, n. 1, 1928.

Una di queste vetture richiede l'opera di due agenti, in luogo dei tre occorrenti per un treno di motrice e rimorchiata. Ora l'economia di un agente in servizio corrisponde, per la durata media dei turni, pei riposi, le riserve, le malattie e i congedi, alla economia effettiva di 2,6 agenti; ed essendo la paga media dei tranvieri milanesi di L. 12.700, comporta una minore spesa d'esercizio di L. 33.000 all'anno.

Il piano finanziario.

Il finanziamento delle vetture a carrelli era dunque assicurato dalle economie sul personale, economie tanto importanti che avrebbero consentito di ammortizzare in pochissimi anni la spesa d'acquisto, consolidandosi poi in utili effettivi della gestione. Inoltre, addivenendosi alla ideata trasformazione, veniva a scomparire del tutto il problema finanziario del rinnovamento dei vecchi rotabili, che avrebbe richiesto il conferimento di nuovi capitali da parte del Comune all'Azienda e imposto un ulteriore aggravio permanente di interessi al bilancio di quest'ultima. E, in fine, si rendeva possibile di realizzare con la vendita delle vecchie vetture e delle scorte di magazzino, anche solo a prezzo di rottame, oltre sei milioni di lire.

Il programma, dunque, di sostituire il materiale a due assi con le nuove moderne vetture, i cui primi due esemplari tanto favore avevano incontrato nel pubblico e tanta attenzione suscitato nel campo tecnico, oltre che attraente, si ivelava di grande e palese convenienza finanziaria per il Comune; tanto che la proposta di costruire 200 nuove carrozze si mutò presto (anche per l'esito della gara e la bontà dei prezzi ottenuti) nell'altra per l'acquisto di 500 carrozze, volendosi che tutti i treni di due pezzi fossero sostituiti con vetture a carrelli.

Il Comune accettò, coi propri bilanci preventivi del 1928 e del 1929, di anticipare i fondi occorrenti pei pagamenti e di rimborsarsi poi con le economie di personale e di materiale per riparazione rotabili che si sarebbero effettivamente realizzate, oltre che col ricavo della vendita delle vecchie carrozze. Secondo il piano finanziario messo a base della proposta approvata, la spesa per l'acquisto delle 500 vetture sarebbe stata di Lire 77.500.000, e l'Azienda l'avrebbe saldata entro il 1932.

Risolto così il problema dei temporanei impegni finanziari, restavano i due problemi essenzialmente tecnici, della costruzione dell'imponente lotto di 500 carrozze e delle modifiche degli interbinari, e il problema amministrativo (non senza riflessi politici e sociali) della riduzione del personale.

Preventivi e consuntivi di spese.

Per la circolazione del nuovo materiale occorreva allargare gli interbinari in una novantina di curve e in alcuni tratti rettilinei; e si era prevista la spesa di L. 6.000.000. I lavori vennero graduati con criteri di opportunità e completati in poco più di due anni.

Il loro costo restò al di sotto del preventivo, essendo risultato di sole L. 5.018.000.

Per l'acquisto delle 500 vetture si era prevista e approvata, come si è detto, la spesa di L. 77.500.000, in ragione di L. 155.000 per vettura. Anche qui, però, si è speso meno del previsto, erogando solo L. 75.300.000, in grazia dell'assidua opera di vigilanza e di coordinamento esercitata dai tecnici della Direzione Tranviaria sulle forniture, per cui venne pure rigorosamente curata la costruzione in serie di ogni singola parte delle carrozze, nell'intento di ottenerne l'intercambiabilità, per rendere quanto più possibile rapidi ed eco-

nomici i futuri lavori di manutenzione e di riparazione a carico dell'esercizio. A tale uopo l'Azienda aveva avocato a sè, presso un ufficio tecnico appositamente costituito, lo sviluppo di tutti i disegni di costruzione, la sorveglianza sui lavori e sulle provviste, nonchè l'esecuzione di tutti i collaudi presso i fornitori e i sub-fornitori.

Le ordinazioni furono passate nel giugno 1928 e confermate nel gennaio 1929, in occasione di alcuni mutamenti nelle condizioni di pagamento ai costruttori. Le consegne ebbero inizio nel febbraio 1929 ed ebbero termine nell'aprile 1930. Le prime carrozze

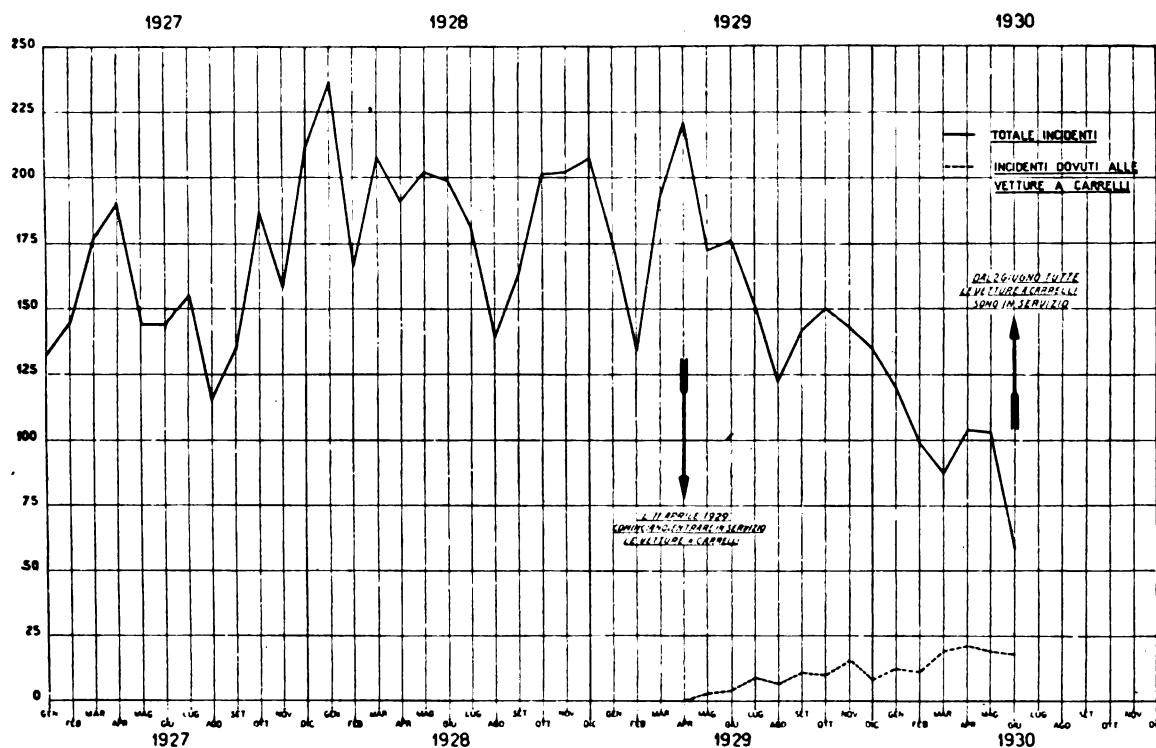



Fig. 1. – Incidenti a persone nel salire o scendere dal tram.

furono messe in circolazione l'11 aprile 1929, alla vigilia della X Fiera Campionaria e crebbero di numero rapidamente, fino al 2 giugno 1930, quando il programma dei servizi che ad esse si era previsto di affidare fu completo.

I due accennati problemi tecnici furono dunque brillantemente risolti, con una economia di spesa, rispetto ai preventivi, di quasi 2.200.000 lire.

Il comportamento in servizio delle nuove carrozze ha corrisposto perfettamente alle previsioni fatte dopo l'esperimento con le due prime vetture-campione; e non ha mai dato luogo ad inconvenienti il funzionamento dei vari loro organi, comprese le porte a comando pneumatico, che su una carrozza in turno di 18 ore sono manovrate più di 4000 volte in un giorno.

GLI INFORTUNI – LA POTENZIALITÀ DI TRASPORTO.

A proposito di questo lavoro è di sommo interesse esaminare l'effetto delle porte comandate nei riguardi della prevenzione degli infortuni. Come appare dal diagramma qui riportato alla fig. 1 gli incidenti per la salita e la discesa dei viaggiatori, che nel 1927

erano stati 1908 (con 874 vetture in servizio) e nel 1928 erano stati 2295 (con 885 vetture in servizio) diminuirono nel 1929 a 1914, pur essendo salite a 943 le vetture in servizio (computando per due vetture quelle a carrelli). La diminuzione cominciò decisamente con l'entrata in circolazione delle nuove carrozze, nell'aprile 1929, e si accentuò progressivamente di mese in mese col crescere del numero delle nuove unità, tanto che nel giugno 1930 si ebbe il più basso numero di incidenti, 58, di cui solo 19 attribuibili

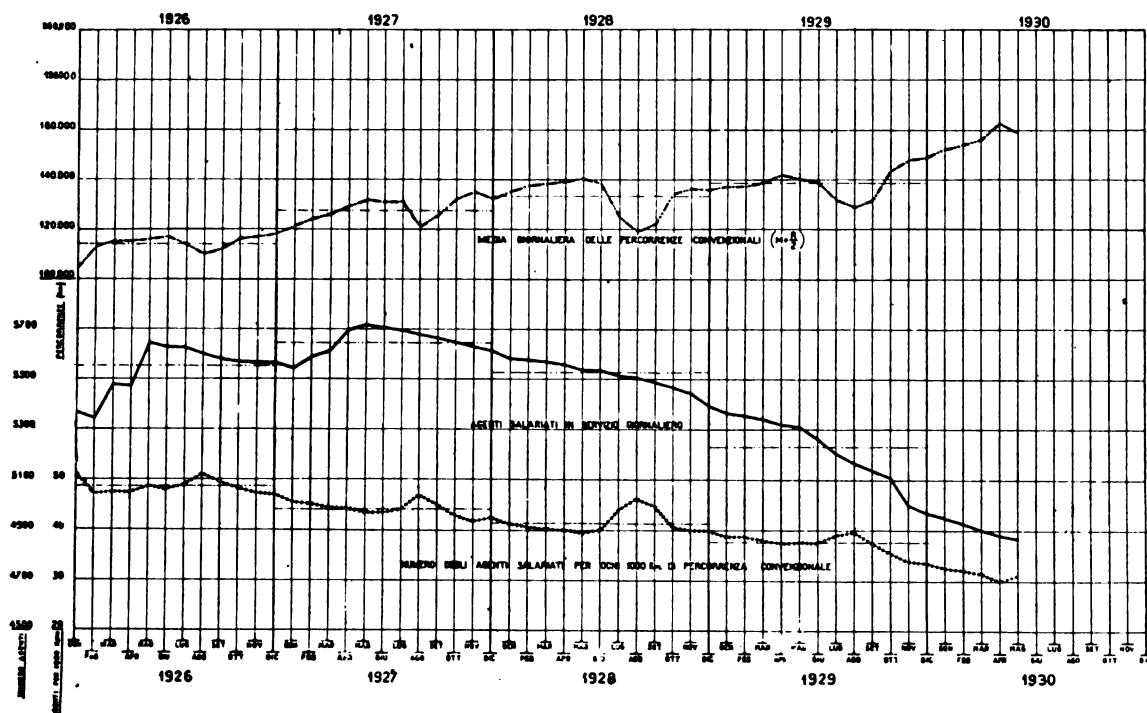



Fig. 2. – Dimostrazione dell'aumento dei servizi e della riduzione del personale.

alle carrozze con porte comandate (circa 400) e 39 alle carrozze a due assi e a ingressi liberi ancora in circolazione.

Altro vantaggio, dovuto insieme alla rapidità e sicurezza delle operazioni di carico e scarico viaggiatori e alle caratteristiche di avviamento dei motori, è quello dell'aumentata velocità dei servizi, la cui media è salita presso ai 14 Km. all'ora; per cui l'efficienza di trasporto della rete, che per la riforma del piano d'esercizio era cresciuta nel rapporto di 10,3 a 11, è aumentata in definitiva nel rapporto di 10,3 a 14; e cioè di più del 35 %.

Vetture all'Estero.

Il favore del pubblico, che presto si assuefece alla disciplina della circolazione interna e a quella del pagamento al passaggio nelle nuove carrozze, fu sempre pieno e palese e superò i confini della Città e andò oltre quelli del nostro Paese. La «Compagnie des Tramways Bruxellois» ha voluto, per la prima, acquistare nel 1929 una di queste vetture e l'ha messa in circolazione a Bruxelles con esito analogo. La città di Francoforte ha voluto prendere a nolo un'altra vettura per sei settimane, nel settembre 1929, presentandola al Congresso dell'Associazione delle città tedesche, per eseguire interessantissime prove (1)

(1) Vedere: Dr. ing. Ph. Kremer, *Erfahrungen der Frankfurter Strassenbahn mit dem Mailänder Triebwagen amerikanischer Bauart* (*Peter-Witt System*), in *Verkehrsteknick*, gennaio 1930.

ed indire un *referendum* popolare, che si è chiuso col 90% di consensi incondizionati (1). A Napoli, a Torino, si è giudicato con tanto favore e interesse quel che si è fatto a Milano che simili carrozze vi si vedono già circolare, mentre vi si annunciano i programmi di analoghe razionalizzazioni dei servizi tranviari.

LE RIDUZIONI DEL PERSONALE.

L'altro problema, quello della riduzione del personale in un periodo breve, si ebbe la cura di impostarlo in anticipo, e cioè fin da quando stavano per concludersi gli studi del piano tecnico-finanziario per il rinnovamento del materiale rotabile. Infatti dal maggio

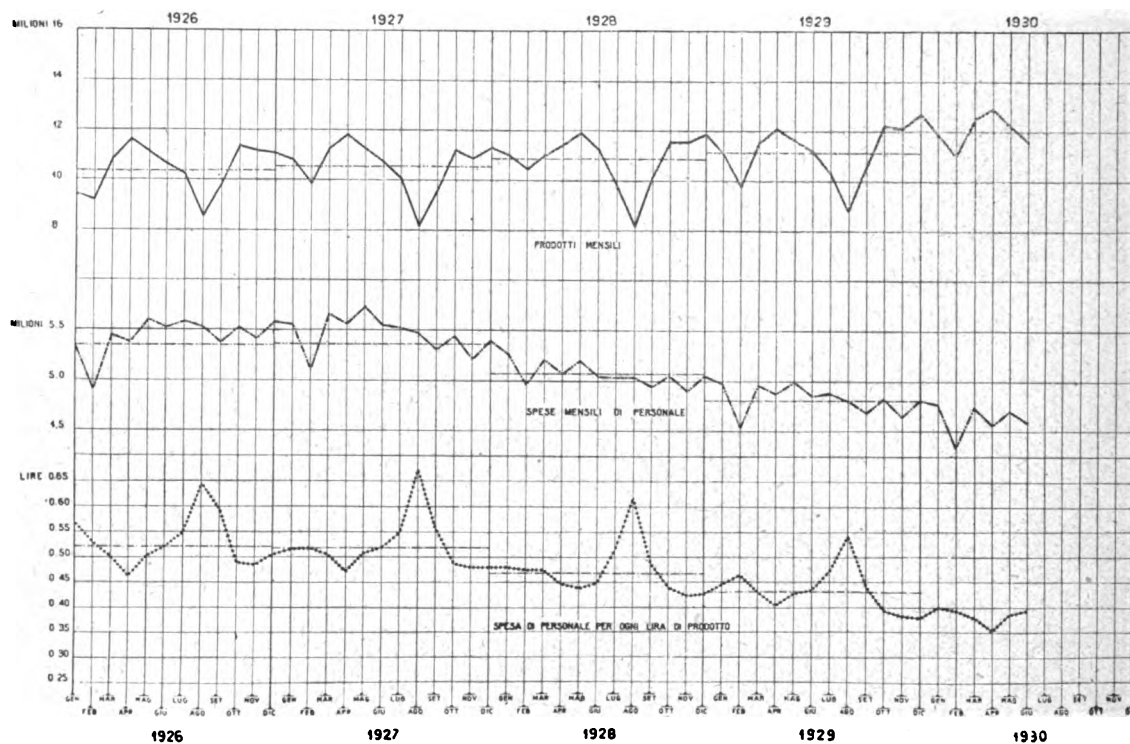



Fig. 3. – Introiti mensili e spese mensili per il personale.

1927 vennero deliberatamente sospese le assunzioni del personale e non furono più colmati i vuoti per decessi, per quiescenze, per dimissioni e per licenziamenti. L'aumento dei servizi, dovuto al continuo incremento del traffico e all'ampliamento della rete, venne da allora fronteggiato con prestazioni straordinarie, che il personale fu invitato a dare volontariamente e volontariamente diede. Tali prestazioni andarono crescendo e raggiunsero il massimo nell'aprile 1929, alla vigilia dell'entrata in servizio delle nuove carrozze. E dopo che il numero di queste fu cresciuto di tanto da consentire il ristabilimento della normalità dei turni e l'esaurimento dei congedi arretrati, si fece ricorso anche ad altri provvedimenti che, pur senza far vittime, assicurarono la continuità della riduzione degli agenti.

Dal diagramma riportato alla figura 2 si rileva la graduale continua discesa della curva che rappresenta il numero dei salariati (che passano da 5717 nel maggio 1927 a

(1) Vedere: « I tranvai di Milano a Francoforte » nella rivista *Realtà* del 1° dicembre 1929.

4850 nel giugno 1930, diminuendo di 867 unità) in contrapposto alla ascesa pure continua della curva delle percorrenze giornaliere. Conseguentemente l'utilizzazione del personale andò sempre più migliorando; sì che mentre per ogni 1000 chilometri giornalieri di percorrenza convenzionale venivano impiegati 48,52 agenti nel 1926, questi agenti si ridussero a 44,06 nel 1927, a 41,16 nel 1928, e toccarono nell'aprile 1930 il minimo assoluto di 30.

La continuità e la gradualità della riduzione degli agenti, tanto in misura assoluta che in misura relativa, risulta evidente anche dal diagramma riportato alla fig. 3, in cui la curva degli introiti mensili è raffrontata a quella delle spese mensili di personale, per ricavarne la variazione della percentuale del prodotto assorbita da tale spesa. Da questo diagramma risulta che nell'aprile 1930 si toccò pure il minimo della spesa, che fu di L. 0,35 per ogni lira di prodotto del traffico.

TRANVIE URBANE DI MILANO

RAFFRONTO FRA I RISULTATI DEGLI ESERCIZI 1926-1927-1928-1929.

		1926	1927	1928	1929
I – *Dati Generali:*					
1. Lunghezza d'impianto	m.	108.535	113.485	121.580	127.332
2. » d'esercizio	»	158.338	220.521	226.911	233.117
3. Percorrenze effettuate vett.-Km. (M + R)	n.	52.516.074	59.959.951	62.730.113	65.105.761
4. Passeggeri trasportati	»	334.016.074	335.104.682	349.591.837	369.385.454
5. Prodotti del traffico	L.	124.880.338	126.665.450	130.015.450	134.097.437
6. Entrate dell'esercizio	»	130.228.627	133.349.339	134.641.397	137.384.857
7. Spese dell'esercizio (compresi i rinnovi)	»	97.242.561	107.624.233	98.566.326	97.708.292
8. Coefficiente d'esercizio		0,746	0,807	0,732	0,711
II – *Spese d'esercizio:*					
1. Spese gener. di Direzione	L.	3.061.025	3.444.816	3.264.307	3.030.634
2. Servizio del Movimento	»	32.206.641	32.792.313	30.544.926	28.780.094
3. » della Trazione:					
a) Energia elettrica:					
Consumo Kw.-ora	»	50.331.000	58.412.600	62.069.288	69.135.950
Prezzo unitario	»	0,14	0,16	0,16	0,18
Spesa annua	»	7.046.340	9.346.016	9.931.086	12.507.271
b) Manovratori	»	18.361.038	18.556.977	16.879.621	16.375.043
Spesa totale	»	25.407.378	27.902.993	26.810.707	28.883.314
4. Servizio Materiale mobile:					
a) depositi e officine	»	16.258.088	15.914.129	14.666.191	12.858.362
b) materiali per manut. vett.	»	9.180.685	9.325.541	6.340.087	4.617.496
Spesa totale	»	25.438.773	25.239.670	21.006.278	17.475.858
5. Servizio Linee e Lavori:					
a) manutenzione	»	8.603.622	12.021.575	8.807.563	11.157.036
b) rinnovi	»	2.525.122	6.285.866	8.132.545	8.381.356
Spesa totale	»	11.128.744	18.307.441	16.940.108	19.538.392
III – *Spese per il personale:*					
1. Spesa complessiva	»	67.435.089	68.907.791	63.670.849	60.224.718
2. » per vett.-Km.	»	1,284	1,149	1,021	0,925
3. » » lira di prodotto	»	0,540	0,544	0,489	0,448

LE RIDUZIONI NELLE SPESE D'ESERCIZIO.

La spesa globale del personale era passata, dal 1926 al 1927, da L. 67.435.089 a lire 68.907.791 in conseguenza della riforma e dei prolungamenti delle linee, che avevano fatto crescere la lunghezza d'esercizio del 39 % (da Km. 158,3 a Km. 220,5) e le percorrenze

del 14 % (da 52.516.074 a 59.959.951 vetture-chilometro). Ma nel 1928 la spesa del personale si riduce rapidamente a L. 63.670.849, e nel 1929 a L. 60.224.718. Nel primo semestre del 1930 risulta di L. 29.400.000, essendo ancora e sempre in corso le eliminazioni per tutto l'anno.

Il diagramma riportato alla fig. 4 raffronta queste spese annue calanti coi prodotti del traffico, decisamente in ascesa, dimostrando come il personale, che costava L. 0,540 per lira di prodotto nel 1926 e L. 0,544 nel 1927, è costato successivamente sempre meno nel 1928 (L. 0,489) e nel 1929 (L. 0,448) fino a scendere a circa L. 0,42 nel 1930.

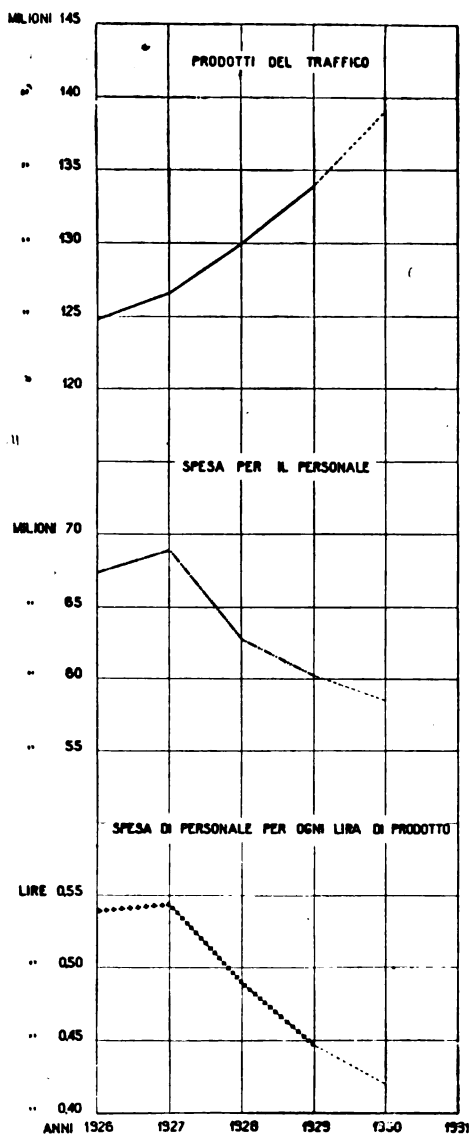



Fig. 4. – Prodotti del traffico e spese per il personale.

Correlativamente la spesa di personale per vettura-chilometro di percorrenza effettiva è andata progressivamente diminuendo; e dal 1926 al 1929 è passata da L. 1,284 a L. 1,149, a L. 1,021 e a L. 0,925.

Ma l'effettiva economia conseguita nelle spese di personale non è soltanto quella delle competenze degli 867 agenti eliminati fino al giugno 1930, che pure sommano a 11 milioni. L'incremento continuo dei servizi (che nell'aprile 1927 si ragguagliavano giornalmente a 165.000 e nell'aprile 1930 erano saliti a 210.000 vetture-chilometro) avrebbe richiesto l'assunzione di altri 400 agenti circa e una corrispondente maggiore spesa di 5 milioni, che occorre sommare ai precedenti per valutare l'annua economia di salari, che a quella data era stata già assicurata in *16 milioni di lire*.

D'altra parte il rapido sviluppo del programma di sostituzione delle nuove alle vecchie vetture, che aveva con sentito la chiusura dell'officina di via Monteverdi fin dal novembre 1928, ha portato ad una progressiva riduzione dei consumi di materiali per le riparazioni, la cui spesa è passata da L. 9.325.514 nel 1927 a L. 4.617.496 nel 1929, con un vantaggio *di oltre L. 4.700.000*. Tale vantaggio di bilancio potrà essere mantenuto, se non pure migliorato, per un lungo periodo di anni, sia per le caratteristiche costruttive che si sono volute assicurare alle nuove carrozze appunto per renderne facile ed economica la manutenzione, sia per i razionali sistemi di lavorazione a cui la nuova grande officina unica è stata predisposta e attrezzata, per lo stesso scopo.

CONCLUSIONI.

Se pur dunque si trascuri di valutare in denaro la minore esposizione pei rischi di responsabilità civile cui l'esercizio con le nuove vetture dà luogo per il numero assai ridotto d'incidenti ai viaggiatori che salgono o scendono (incidenti che nel 1927 si stimò costassero circa 900.000 lire); se si trascuri di tener conto della certa diminuzione delle spese di manutenzione delle strade e dei binari, che le vetture a carrelli logorano molto meno delle altre, sia per il peso limitato degli assi, sia per la facilità dell'iscrizione nelle curve; se si trascuri il beneficio derivato dall'aver soppressa la necessità in cui si trovava l'Azienda di mutuare in perpetuo i capitali occorrenti per la rinnovazione delle vecchie carrozze; se si trascuri il provento della vendita di queste e delle relative scorte di magazzino; se si trascuri altresì di mettere in cifre il valore dell'accresciuta potenzialità di trasporto del sistema tranviario per effetto dell'aumentata velocità dei servizi; la sola considerazione delle voci « personale » e « consumo materiali per manutenzione vetture » porta a valutare l'economia annua dell'esercizio ottenuta con l'introduzione delle carrozze a carrelli ad una cifra dell'ordine di grandezza di *venti milioni*.

Questi risultati economici corrispondono pienamente alle previsioni del piano di razionalizzazione studiato a suo tempo, non meno dei risultati tecnici conseguiti con la rinnovazione degli impianti, dei mezzi e dei sistemi d'esercizio.

Il concorso internazionale per le casse mobili (Container).

La Commissione esaminatrice del concorso indetto dalla Camera di Commercio internazionale per la costruzione del miglior sistema di casse mobili (Container), si è recentemente riunita a Parigi, prendendo in considerazione 8 disegni di sei costruttori i quali dovranno presentare i modelli definitivi dei disegni stessi non oltre il 15 luglio.

Tali modelli verranno praticamente esperimentati su camions, carri ferroviari e piroscafi a Londra o a Berlino prima della fine di luglio.

La Commissione aggiudicatrice si riunirà ancora una volta e prenderà le sue decisioni sul modello preferito, cioè sceglierà il modello la cui adozione sarà raccomandata alle organizzazioni di trasporti stradali ferroviari e marittimi.

Da sua parte la Camera di Commercio internazionale pubblica un importante documento statistico riguardante i trasporti su strada: « I trasporti su strada nel mondo, raccolta di statistiche ». In esso si trovano cifre molto interessanti relative alla circolazione dei veicoli automobili in ogni paese, sulla lunghezza delle reti stradali, sulle tasse e sui canoni pagati dalle automobili e sulle spese di costruzione e manutenzione delle strade.

Alluminio e leghe leggere nella costruzione del materiale rotabile

NOTA BIBLIOGRAFICA

Ing. N. GIOVENE

Riassunto. — I risultati finora ottenuti nella costruzione dei veicoli con l'uso delle leghe leggere sono tali da consigliare uno studio approfondito del problema, sopratutto allo scopo di stabilire i limiti di convenienza e le possibilità avvenire del loro uso. Si riassumono perciò questi risultati, con opportuni richiami agli studî ed alle pubblicazioni più recenti.

1. GENERALITÀ (1)[1]. — Nelle indagini sulle proprietà caratteristiche delle diverse categorie di materiali si verificano periodi di grande fervore, se non di accanimento, da parte dei ricercatori. Dietro a questi sta poi l'esercito dei tecnici pronti a far tesoro, nei campi più varî, dei nuovi risultati, per adattare sempre più razionalmente i materiali ai diversi usi.

Recente, e certo non ancora chiuso, è il periodo di vaste ricerche intorno agli acciai speciali che costituiscono materiali di elevato costo e richiedono quindi un uso sapiente. Per essa illustrai nell'aprile 1922, al Congresso ferroviario tenutosi a Roma, la necessità di un'indagine generale sulle applicazioni ferroviarie, tanto al materiale fisso ed ai ponti come al materiale rotabile; e la nostra Rivista ha segnalato successivamente molte fra le applicazioni più interessanti.

Oggi si studiano in tutti i sensi metalli e leghe leggere. Anche qui con non grandi variazioni nelle percentuali dei componenti e con l'uso di trattamenti termici appropriati si riesce a costituire estese gamme di materiali dotati delle proprietà più interessanti per i costruttori. Anche qui si delinea la necessità di uno studio generale delle applicazioni ferroviarie, senza dire che tutti gli sforzi per sostituire ai materiali ferrosi materiali metallici che sia possibile preparare in Italia assumono anche una grande importanza economica nazionale.

Il crescente uso dell'alluminio e delle sue leghe ha fatto aumentare la produzione mondiale dell'alluminio in un ventennio, dal 1907 al 1927, da 24 mila a circa 214 mila tonnellate.

Se si considera un periodo più ampio, si può dire che in meno di 45 anni la produzione dell'alluminio è passata da alcuni chilogrammi a 250 mila tonnellate all'anno. Questa cifra appare ad alcuni come punto culminante, perchè negli ultimi tempi si è molto affermato il magnesio, ancora più leggero (densità 1,74 rispetto a 2,70), mentre fervono gli studi per le eventuali applicazioni industriali, come componenti di leghe, di altri metalli leggeri quali il potassio, il sodio, il litio (densi rispettivamente 0,86, 0,97 e 0,54), dei metalli alcalini terrosi e del glucinio o berillio (densità 1,84) (2).

Oggi si contano 65 leghe d'alluminio per fonderia e 25 leghe per laminatoio.

Vasto è il campo di applicazione delle leghe leggere (3); ma un settore è particolarmente ricco di realizzazioni e di promesse: quello dei veicoli di ogni genere. Nei veicoli,

[1] Le cifre grandi in parentesi rimandano alla bibliografia che segue il testo della nota.

infatti, la diminuzione del peso costituisce un vantaggio essenziale, in quanto permette di aumentare la proporzione del carico utile nel peso totale da trasportarsi e di migliorare così il rendimento del trasporto.

Lo sviluppo dell'alluminio e delle sue leghe è, del resto, dovuto in gran parte alle esigenze dell'aviazione affermatesi negli ultimi venti anni e, indirettamente, al modo imperioso in cui queste esigenze si sono presentate durante la guerra. Subito dopo si è riconosciuta l'opportunità di estendere ai veicoli terrestri l'uso delle leghe leggere cominciando dalle automobili per arrivare alle carrozze tramviarie ed infine al materiale rotabile delle ferrovie vere e proprie, sia di trazione che di trasporto.

Crediamo perciò utile accennare ai risultati concreti altrove ottenuti, lasciando di proposito da parte tutto quanto si riferisce alle indagini di indole strettamente metallurgica e meccanica (4).

2. Notizie dall'America sino ai primi del 1930. — Negli Stati Uniti le applicazioni ferroviarie delle leghe d'alluminio sono cominciate da diversi anni.

Nel 1923 vennero adoperate la prima volta per la costruzione di alcune carrozze dell'Illinois Central Railroad destinate al traffico suburbano. Nel 1925 si costruirono ben 215 carrozze, fra automotrici e rimorchi, con largo uso di queste leghe e col risultato di risparmiare circa 4 tonnellate per unità. In seguito la Pennsylvania costruì 8 carrozze con cassa quasi interamente d'alluminio e la Chicago North Western fece adoperare il nuovo materiale nella costruzione di 120 carrozze.

Ai primi del 1930 si calcolava in America, per le leghe d'alluminio, un prezzo circa tre volte quello dell'acciaio.

La costruzione delle carrozze in alluminio non presenta difficoltà, salvo quelle derivanti dalla lavorazione a caldo, che richiede speciali cautele.

Le spese di manutenzione sarebbero per le carrozze in alluminio inferiori a quelle delle vetture ordinarie sia perchè la verniciatura non si deteriora, sia perchè non si verificano corrosioni se non dopo diversi anni di servizio intenso.

Oggi le leghe d'alluminio sono adoperate su vasta scala per i carri serbatoi, sopratutto se destinati a prodotti chimici (acido acetico, nitrico, solforico; aldeide formica, ecc.) che attaccano l'acciaio e perciò richiedevano finora rivestimenti speciali (6).

Un carro-serbatoio in alluminio costa generalmente 2 a 2 volte ½ quanto un carro-serbatoio in acciaio di eguali dimensioni; ma i rivestimenti adoperati per proteggere i serbatoi in acciaio (vetro, stagno, gomma, piombo, ecc.) costano talvolta i 3/4 del prezzo del carro in acciaio. Il prezzo del carro in acciaio risulta così equivalente ai 4/5 di quello del carro in alluminio, senza contare la sostituzione del rivestimento, che eleva le spese richieste dal vecchio tipo di carro-serbatoio.

Un carro-serbatoio in alluminio da 30 mila litri pesa circa tonnellate 3,8 meno del carro in acciaio di eguali dimensioni. Non ha bisogno di verniciatura esterna, poichè l'alluminio resiste alle corrosioni atmosferiche. Inoltre l'alluminio ha un elevato potere riflettente della luce e del calore e perciò la temperatura resta costante e limitata nell'interno del serbatoio.

Un'altra notevole applicazione ferroviaria dell'alluminio è quella fatta per le bielle d'accoppiamento di alcune locomotive a vapore ed elettriche, come anche per pezzi della distribuzione (7).

3. Congresso ed esposizione di Liegi nel giugno 1930. — Questi dati sulla pratica americana furono pubblicati nel marzo dello scorso anno.

Nel successivo giugno, in occasione del VI Congresso internazionale delle Miniere, della Metallurgia e della Geologia applicata, tenutosi a Liegi, venne studiato e discusso a fondo l'uso delle leghe leggere e, in particolare, la loro applicazione alla costruzione del materiale rotabile.

Questo Congresso fu uno dei molti convegni tecnici convocati a Liegi durante l'Esposizione internazionale del 1930, la quale a sua volta comprendeva un padiglione dedicato interamente all'alluminio (8). Padiglione interessante non solo per l'uso che di questo metallo si era fatto nella sua costruzione, ma anche perchè conteneva una mostra dei pezzi in alluminio e sue leghe destinati agli usi più varî: dalle automobili all'aviazione; dalle industrie chimiche a quelle alimentari ed elettriche; dalla meccanica di precisione al materiale rotabile.

Fra i documenti del Congresso minerario e metallurgico meritano, dal punto di vista ferroviario, particolare rilievo:

1) la conferenza tenuta il 24 giugno dall'ing. Haenni, che riassunse i risultati dell'esperienza americana nella costruzione delle carrozze ferroviarie e tramviarie;

2) una comunicazione, per l'America come per l'Europa, dell'ingegnere svizzero Hug « su l'alluminio e le sue leghe nella costruzione tanto del materiale rotabile per ferrovie e tramvie quanto delle automobili ».

Fig. 1. - Lungherone in lega leggera per i telai di automotrici e rimorchi delle ferrovie di cintura di Berlino.

4. Comunicazione dell'ing. Hug a Liegi. — Questa comunicazione è stata integrata, dopo il convegno, con molte aggiunte dallo stesso autore (9). Ne stralciamo i dati che ci sembrano di maggior interesse, in quanto mostrano, con i risultati ottenuti altrove, la necessità di un esame esauriente della questione, che ha molteplici aspetti e richiede perciò un'efficace collaborazione da parte di tecnici specializzati in campi vari.

Diverse aziende ferroviarie hanno già costruito carrozze usando leghe leggere per 1 a 3 tonnellate (eccezionalmente sino a 4 tonn.), con un'economia nella tara del 5 al 15 % (eccezionalmente sino al 35 %).

Le ferrovie elettriche suburbane di Berlino, esercitate dalla *Reichsbahn*, si sono dedicate dal 1927 all'uso delle leghe d'alluminio nella costruzione di carrozze (10). In una prima ordinazione di 4 unità motrici (automotrice più rimorchio) con casse quasi interamente eseguite col nuovo materiale, si è realizzata una notevole economia di peso. Rispetto alle costruzioni precedenti in acciaio ordinario, il risparmio è stato:

per le sole casse, di tonn. 21,7, ossia del 54 %;

per il complesso dei due veicoli che costituiscono un'unità, del 34 %.

Rispetto alla costruzione più recente in acciai speciali al silicio, queste percentuali diventano rispettivamente 45,5 e 23.

Tra le applicazioni americane a ferrovie, citiamo quelle dell'*Illinois Central System* (11) (con 3 tonn. di leghe leggere si ottiene un'economia che va da 4 a 5,5 tonn.) e

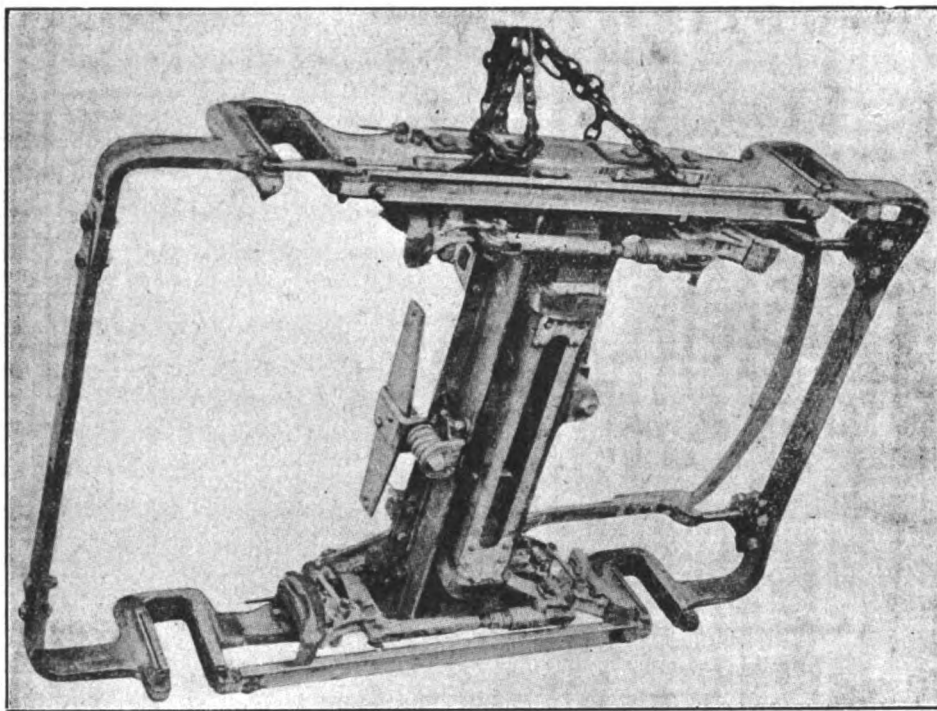



Fig. 2. – Carrello in lega leggera per la carrozza sperimentale di Cleveland.

Fig. 3. – Lungherone in duralluminio per il carrello della carrozza sperimentale di Cleveland.

della *Pennsylvania Railroad* (12) (in ciascuna carrozza si sono adoperate circa 9 tonn. di metalli leggeri).

Nel campo tramviario merita di essere conosciuta la carrozza sperimentale di Cleveland (13) interamente in leghe d'alluminio, ad esclusione delle traverse esterne del telaio e delle molle dei carrellli: per le traverse dei carrelli e i sostegni delle piattaforme si è utilizzato duralluminio fuso, aumentando le sezioni soltanto del 20 % per ottenere la stessa resistenza. La diminuzione della tara è risultata di circa un terzo rispetto alle costruzioni precedenti analoghe e il consumo di corrente in Kwh per carrozza-chilometro è diminuito di quasi un quarto.

Fig. 4. – Curve comparative di consumo di corrente per carrozza-chilometro sulle tranvie di Birmingham.
La curva superiore si riferisce all'automotrice di costruzione ordinaria; la curva inferiore alla nuova automotrice leggera.

Altri casi interessanti, pure americani, sono quelli di un'au-

tomotrice costruita a Chicago (14) con una riduzione di tara per posto a sedere da 900 a 475 libbre, vale a dire quasi della metà; di alcuni carrelli per carrozze realizzati a Pittsburgh (15) con una economia di peso di circa 400 Kg. ciascuno.

Per l'Inghilterra è da segnalare la nuova automotrice di prova a due piani delle tramvie di Birmingham, nella quale con una larga applicazione di leghe leggere si è riusciti a diminuire la tara di ben 4 tonnellate.

L'uso dei nuovi materiali si è esteso a parti, opportunamente scelte, di locomotive elettriche in Isvizzera, in Austria ed anche in India (16). Queste parti sono sia custodie spostabili di apparecchiature sotto tensione, sia, in genere, masse in movimento, sia organi di presa corrente.

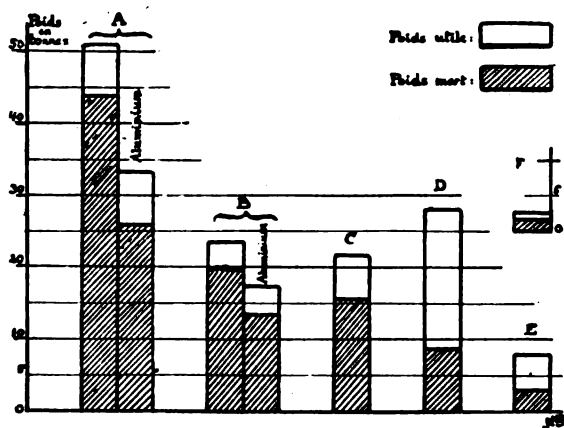



Fig. 5. – Rapporti comparativi tra il peso utile ed il peso morto per i diversi tipi di veicoli.

La figura 5 mostra i rapporti comparativi tra peso utile (cioè *peso pagante* in senso generale) e peso morto o tara per alcuni tipi di veicoli. Le indicazioni *A*, *B*, ecc., si riferiscono a diverse categorie di veicoli: se esistono sul grafico due strisce per qualche categoria, esse corrispondono una all'uso dell'acciaio, l'altra all'uso delle leghe d'alluminio; ciò posto, *A* e *B* rappresentano casi di larga applicazione di alluminio come le automotrici di Berlino e quelle di Cleveland innanzi citate. La categoria *C* si riferisce ad un normale bagagliaio; il peso morto è ancora importante e quindi può di massima convenire il nuovo materiale. Ben diverso appare il caso *D*, cioè quello di un carro merci: occorre però non perdere di vista che la figura è tracciata per il carico massimo, laddove in esercizio corrente non pochi percorsi vengono fatti a carico incompleto ed anchea vuoto. Le categorie *E* ed *F* sono rispettivamente quelle di autocarri normali e di carrozze automobili ordinarie.

Un'economia nel peso morto si risente molto più se vi sono forti dislivelli da vincere: le pendenze hanno una grande importanza nelle spese d'esercizio e specialmente nel consumo del combustibile o della corrente elettrica. È certo che un calcolo esatto della convenienza per le applicazioni di metalli leggeri è molto complicato, perchè occorre tener conto di un gran numero di fattori. Ma se si vuole stabilire soltanto l'ordine di grandezza delle possibili economie, non si incontrano eccessive difficoltà, poichè basta tener conto, per ogni categoria di materiale, della riduzione di tara, della percorrenza annua e della spesa di combustibile o di corrente per unità di traffico.

In base all'esperienza d'Europa e d'America è lecito prevedere che, anche per il materiale rotabile in cui è richiesta una grande resistenza (come, ad esempio, le carrozze interamente metalliche), è possibile ridurre all'incirca dal 25 al 40 % il peso che si otterrebbe con la costruzione analoga in ferro ed in acciaio: l'economia effettiva dipende, in ogni caso particolare, dalla misura nella quale si vogliono utilizzare i metalli leggeri.

5. Conferenza dell'ing. Haenni a Liegi. — Questa conferenza si riferisce esclusivamente alle carrozze, ferroviarie e tranviarie, e quasi interamente alla tecnica americana; ma è ben ricca di dati concreti. Paragonata allo studio dell'Hug, copre un campo più ristretto,

ma permette di approfondire dippiù le questioni trattate. Essa è apparsa su un periodico francese molto diffuso (17) priva di alcune parti; perciò qui riproduciamo integralmente le più importanti tra queste parti, mentre segnaliamo in sintesi tutto il resto del discorso.

5-*a*) *Applicazione dei metalli leggeri.* — I primi tentativi furono molto timidi, poichè si cominciò ad adoperare l'alluminio ordinario per alcuni pezzi accessori ma i progressi sono stati compiuti per due vie: da una parte, si sono adoperate opportune leghe d'alluminio; dall'altra, dai pezzi secondari si è passati alla copertura, ai pannelli ed all'ossatura vera e propria.

Le leghe adoperate sono:

la 3*S*, contenente l'1 % di manganese, con $R = 20$ Kg.-mmq., $A = 10$ %.

quelle dette in genere ad alta resistenza, adatte per la laminazione, aventi un carico di rottura R da 35 a 45 Kg.-mmq., un limite elastico E di 15 a 30 Kg.-mmq. e allungamenti A da 15 a 20 %.

In particolare vengono citate le seguenti:

	R	E	A
17 *S T*	40	25	20
Duralumin	40	25	20
25 *S T*	40	25	20
51 *S T*	34	25	20

la 195, con il 4 % di rame, le cui proprietà meccaniche variano secondo il trattamento termico: $R = 21$ a 31 Kg.-mmq.; $E = 11$ a 28 Kg.-mmq.; $A = 8$ 4 %.

Per le lamiere di copertura si è adoperata la lega 33 *S*, aumentando da 1/3 ad 1 volta la grossezza adottata con l'acciaio e realizzando una riduzione di peso dal 45 al 60 %.

Per i pannelli si è fatto uso delle quattro leghe ad alta resistenza già specificate e si è ottenuta: rispetto all'acciaio, un'economia di peso di circa il 30 % con una grossezza doppia; rispetto al legno, un'economia di peso del 40 al 60 % con grossezza di 1/5 ad 1/6.

La 17 *S T*, il duralluminio e diverse leghe al *Cu-Si* si sono adoperate per l'ossatura della cassa, sotto forma di profilati a grande momento d'inerzia, specialmente di sezione ad *U*.

La lega 17 *S T*, utilizzata anche per i carrelli, fa risparmiare il 44 % in peso: 400 Kg. su 890.

Nelle costruzioni più recenti dei carrelli si tende ad adattare con maggior cura le proprietà speciali delle varie leghe alle condizioni delle diverse parti e si conseguono alleggerimenti molto elevati: una società è arrivata fino al 50 % rispetto alle analoghe costruzioni in acciaio.

Per una serie di carrozze di modello corrente facciamo seguire un'analisi dei pesi con il primitivo e con il nuovo materiale.

	Peso in Kg.		*Economia peso*	
1) PER FERROVIE:	*Acciaio*	*Alluminio*	*kg.*	%
Carrozza motrice:				
Cassa	32.050	18.100	13.950	40 –
Carrelli	16.600	13.290	3.310	20 –
Freni e riscaldamento	2.030	1.615	415	20 –
Motori e controller	17.280	13.450	3.830	6 –
TOTALE	67.960	46.455	21.505	29.7

	Peso in Kg.		Economia peso	
Rimorchio:	*Acciaio*	*Alluninio*	*kg.*	%
Cassa	26.200	16.900	9.300	35
Carrelli	12.600	9.420	3.180	25
Freni	810	645	165	20
Altre parti	450	335	115	25
TOTALE	40.060	27.300	12.760	31
2) PER TRAMVIE URBANE:				
Carrozza motrice:				
Cassa	9.700	6.400	3.300	34 –
Carrelli	4.600	3.100	1.500	32 –
Motori	3.600	2.850	750	20
Controller, trolley	580	580		
Freni	760	550	210	28 –
Altre parti	200	156	44	22 –
TOTALE	19.440	13.636	5.804	29.8

5-*b*) *Tecnica della costruzione.* — Richiede particolari cautele sopratutto la lavorazione a caldo.

Per le leghe leggere la ricottura comincia verso 250°; ma esse al disopra di questa temperatura devono venir di nuovo trattate termicamente per riacquistare le proprietà primitive. Al disotto di 180°, invece, le leghe ad alta resistenza diventano duttili e si lasciano formare molto facilmente, a condizione di non essere mantenute a questa temperatura più di 15 a 20 minuti.

Il trattamento termico richiede un forno che permetta di raggiungere 500 a 520°, che sono le temperature di tempera delle leghe.

Premessi questi punti essenziali, l'Haenni formula una serie di otto norme per tali particolari costruzioni.

5-*c*) *Diverse leghe d'alluminio poste in opera.* — Sotto questo titolo vengono precisati i materiali da adoperarsi per le diverse parti. Quanto ai pezzi fusi importanti, occorre costruirli soltanto con leghe a trattamento termico.

L'A. insiste sulla necessità di un uso razionale delle leghe leggere, sebbene la loro grande specializzazione e i trattamenti termici aumentino notevolmente il costo di costruzione delle carrozze.

5-*d*) *Pretesi svantaggi dei metalli leggeri.* — L'alluminio si distingue dall'acciaio perchè il modulo d'elasticità, il limite elastico e la resilienza hanno valori più bassi e il coefficiente di dilatazione è più elevato, quasi doppio.

La differente dilatazione faceva temere pericolose deformazioni nei punti di contatto dei due metalli; ma, secondo l'Illinois Central Railroad, che ha una larga esperienza in materia, non si sono mai verificati, in questi punti delicati, sforzi notevoli e tanto meno tagli, anche minimi, di chiodi.

Al basso valore del modulo d'elasticità si rimedia con l'adozione di profili a grande momento d'inerzia, come le forme tubulari od a cassone.

Qualcuno ha segnalato come un inconveniente il fatto che la carrozza in lega di alluminio esiga che il binario sia in migliore stato. Ma se si pone in ottime condizioni l'armamento, in compenso — occorre riconoscere — il logorio risulta notevolmente ridotto e la manutenzione è meno costosa.

In caso d'accidenti, si dice pure, la sostituzione delle leghe d'alluminio è sensibilmente più cara. Ma bisogna non perdere di vista che il valore del metallo vecchio è relativamente elevato, in quanto raggiunge il 40 al 60% del valore del metallo nuovo.

Per essere rigorosi menzioniamo che le riparazioni, se sono frequenti, richiedono un forno elettrico ed un pirometro; ma un tale onere viene compensato dai vantaggi notevolissimi, tra cui la riduzione di peso dei veicoli.

5-*e*) *Vantaggi ottenuti con l'adozione dei metalli leggeri.* — Ecco come si possono riassumere i risultati delle più importanti costruzioni di veicoli ferro-tranviari in leghe leggere.

	Peso delle carrozze in tonnellate		Riduzione di peso		LEGHE ADOPERATE
	Acciaio	Alluminio	Assoluta in tonn.	Relativa %	
Costruzioni americane	15,7	14,5	1,2	8	17ST, 51ST, 25ST, 195, 3S
	30	17	13	42	17ST, 3S
	12,2	8,8	3,2	27	17ST, 25ST, 51ST, 3S
	12,8	9,3	3,5	27	17ST, 25ST, 51ST, 3S
	14,2	10,6	3,6	25	17ST, 25ST, 51ST, 3S
	27,9	17,5	10,4	36	17ST, 51ST, 3S
	48,1	45	3,1	7	17ST, 3S
	19,5	13,7	5,8	30	17ST, 51ST, 25ST 195
	42,5	37	5,5	13	17ST
	20	14	6	30	17ST
	16,6	15	1,6	10	17ST, 51ST, 3S
	45,3	42,5	2,8	7	3S, 43, 12
	24,5	16	8,5	35	17ST, 3S
	24	16,5	7,5	31,5	17ST
	56,5	50,5	6	10	17ST
	18	17,5	.10,5	37	17ST, 3S, 195
	16,4	12	4,4	27	17ST, 3S
	40,7	37	3,7	9	17ST, 3S
	18,5	14,3	4,2	22	17ST, 3S, 195, 12
	16	11,4	4,6	28	17ST, 3S
	47	44,4	2,6	6,4	17ST
	13,6	12,4	1,2	9	17ST, 3S, 195
	17,5	13,5	4	23	17ST, 3S, 195
	21,5	13,5	8	37	17ST, 3S
	14,3	13,1	1,2	9	17ST, 51ST, 25ST, 3S, 195
Costruzioni francesi	57	48,5	8,5	15	Duralluminio
	52	48	4	8	Duralluminio, Alpax, Al
Costruzioni tedesche	27	22	5	19	Lautal
	7,2	6,1	1,1	15	Lautal, Al
	33	17	16	47	Duralluminio
	16	10	6	30	Lautal, Al
Costruzione italiana	14,8	14	0,8	6	51ST, 3S, 2S, 43, Alpax, Al.
Costruzione inglese	16,7	13,6	3,1	18	17ST, 51ST, 2S

L'uso delle leghe leggere, producendo una riduzione di peso, fa diminuire l'energia occorrente per la trazione. Se si fa astrazione dalle resistenze accidentali e da quella dell'aria (che entra appena in considerazione nel caso delle tranvie), si può dire, e l'esperienza lo conferma, che l'energia consumata è pressochè proporzionale al peso dei veicoli. Con un alleggerimento del 20 % si ottiene un'economia di energia del 18 %.

Se si tratta di linee suburbane, la resistenza dell'aria interviene e ad una riduzione di peso del 50 % corrisponde una diminuzione d'energia consumata del 40 %.

Dieci diverse Compagnie hanno ottenuto i risultati che diamo qui di seguito:

	Riduzione di peso %	*Diminuzione d'energia consumata* %
	18	20
	36	22
	30	20
	28	20
	31	28
	60	43
	30	38
	41	32
	23	14
	33	46
Media . . .	33.0	28.3

Riferiamoci ad un caso concreto. Siano:

tonn. 15 = peso di una carrozza;
Kwh. 1,6 = consumo di energia per carrozza-Km.;
Fr. 0,09 = prezzo dell'energia per Kwh.

La spesa per carrozza-chilometro sarà di Fr. 0,15.

Se, grazie alla costruzione in leghe leggere, arriviamo a ridurre il peso della carrozza di Kg. 1500, ossia del 10 %, la diminuzione dell'energia consumata sarà pure del 10 %, ossia di fr. 0,015 per carrozza-chilometro. Con una percorrenza giornaliera di Km. 150, si calcola complessivamente in un anno la percorrenza di 50 mila chilometri e quindi l'economia di 750 franchi per carrozza.

Ma la riduzione di peso produce anche altri vantaggi: diminuisce le spese per la manutenzione del materiale rotabile e della linea (le quali, secondo l'Autore, per il 75 % e il 50 % rispettivamente, possono ritenersi proporzionali al peso delle carrozze) e permette avviamenti rapidi dando la possibilità di aumentare l'accelerazione senza modificare la potenza dei motori.

Oltre che riduzione di peso, le leghe leggere presentano altri vantaggi: maggiore resistenza alla corrosione e quindi riduzione delle spese dovute alla verniciatura e alla sostituzione di pezzi arrugginiti; diminuzione del rumore prodotto dalla circolazione dei veicoli; maggiore resistenza agli urti.

5-*f*) *Vantaggi economici dei metalli leggeri.* — La giustificazione finanziaria della sostituzione dell'acciaio a buon mercato con l'alluminio molto più costoso sembra a prima vista un assurdo; ma i vantaggi diretti e indiretti di una tale sostituzione, diligentemente apprezzati, si rivelano così importanti da compensare l'onere del maggior costo unitario del metallo adoperato.

Una carrozza tranviaria da 15 tonn. in lega d'alluminio costa da 3000 a 8000 franchi oro più di quella in acciaio; nel caso di carrozze ferroviarie l'aumento di costo può arrivare sino a 20.000 e 25.000 franchi-oro. La cifra del maggior costo non ha naturalmente niente di assoluto, poichè essa è funzione della fabbricazione in serie dei pezzi in metalli leggeri, dei tipi di leghe adoperate, del tipo del veicolo e dell'utilizzazione più o meno spinta dei nuovi materiali.

L'alleggerimento costa al chilogramma fr. 1,80 a 2,80: in media 2,30. L'economia realizzata sull'energia elettrica e sulle spese di manutenzione del binario permette di ammortizzare questa maggiore spesa in 3 o 4 anni, poichè l'economia annua d'energia vale da sola 60 a 70 centesimi oro per chilogramma d'alleggerimento.

Se poi si tiene anche conto del valore del vecchio metallo leggero, che raggiunge dal 40 al 60 % del metallo nuovo, nonchè delle riduzioni di spesa che le carrozze leggere apportano agli assi ed ai carrelli, alle centrali ed alle sottostazioni, si ha evidentemente un risultato più favorevole.

BIBLIOGRAFIA

(1) Come studi generali si possono consultare:

a) quello pubblicato da L. GUILLET: *Les récents progrès des alliages légers d'aluminium*, nel *Génie Civil*, fascicoli in data 3, 10 e 7 maggio 1930;

b) le opere seguenti:

EDWARDS, FRARY e JEFFRIES, *The Aluminium Industry*, 1930, New York.

MELCHIOR, *Aluminium. Die Leicht metall und ihre legierungen*, 1929, Berlin.

(2) V. CHARRIN, *Les métaux légers. Le glucinium*, nella rivista *Mines, Carrières, Grandes Entreprises* del marzo 1931.

(3) In merito ai nuovi impieghi dell'alluminio, vedi lo studio apparso su *La Revue de Fonderie Moderne* del luglio 1930.

(4) Facciamo un'eccezione per i lavori più recenti pubblicati dalla nostra ottima rivista *La Metallurgia Italiana*, dopo la sua ricostituzione:

nel maggio 1930: PARRAVANO e GUZZONI, *Elasticità e plasticità delle leghe di alluminio e di magnesio*;

» gennaio 1931: U. MAGNANI e C. PANSERI, *Note sulla chiodatura dell'alluminio e sue leghe*;

» febbraio 1931: » » *La saldatura dell'alluminio e delle sue leghe*;

nell'aprile 1931: » » *Nota su alcune questioni relative alla lavorazione meccanica delle leghe leggere e dell'alluminio puro*;

e per la nota riassuntiva inserita dal GUZZONI su *L'Ingegnere* del marzo 1931 sotto il titolo: *Alcune proprietà meccaniche delle leghe leggere e criteri per il loro impiego*.

(5) Vedi la *Railway Mechanical Engineer* del marzo 1930 e la *Railway Age* del 15 marzo 1930.

(6) Nel parco veicoli delle nostre Ferrovie di Stato si trovano iscritti carri-serbatoio in alluminio per trasporto di prodotti chimici. Vedi *Bollettino Ufficiale delle Ferrovie dello Stato* del 26 febbraio 1931.

(7) Per l'uso degli acciai speciali nelle locomotive consultare le annate della nostra Rivista.

(8) Vedi *Arts et métiers* del settembre 1930.

(9) Vedi la *Revue Universelle des Transports et des communications* del 1930. Tome VI, n. 110.

(10) Vedi *Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer*, marzo 1930.

(11) Vedi *Electric Railway Journal*, 7 febbraio 1925 e 31 dicembre 1927.

(12) Vedi *Modern Transport*, 5 marzo 1927.

(13) Vedi *Electric Railway Journal*, 4 aprile 1926 e 9 aprile 1927.

(14) Vedi *Electric Traction*, settembre 1927.

(15) Vedi *Area Monthly Magazine*, gennaio 1930.

(16) Vedi *La Traction Electrique*, gennaio 1930.

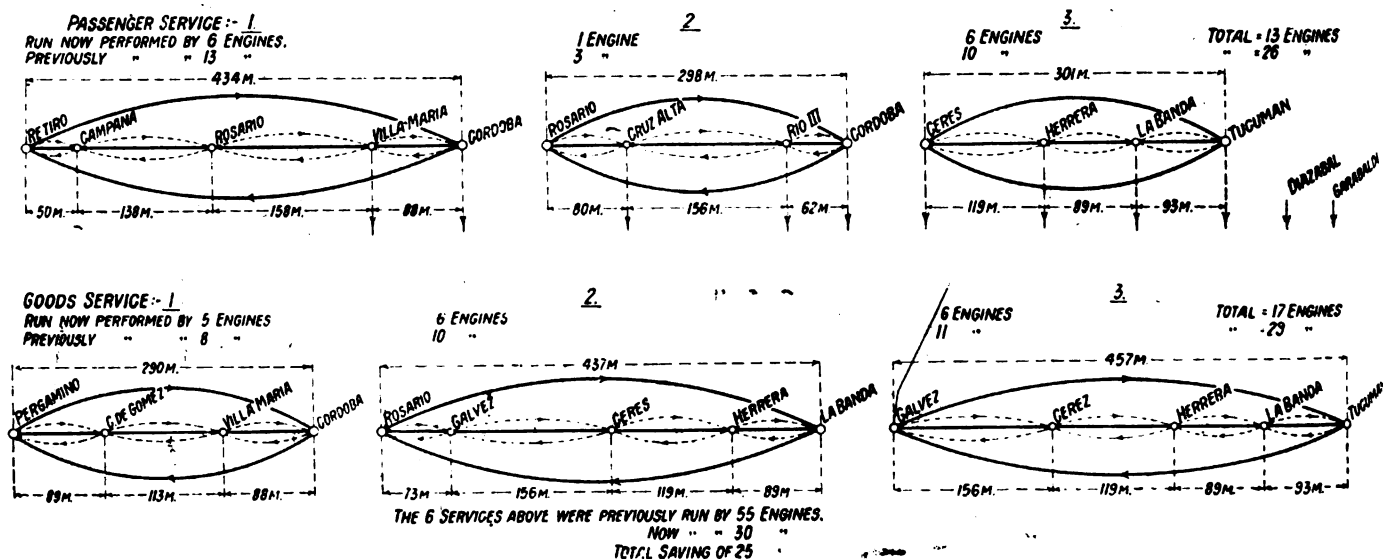
(17) Vedi *Le Génie Civil*, 11 ottobre 1930.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) L'aumento nella percorrenza delle locomotive sulle linee della Compagnia Argentina del Centro (*The Railway Gazette*, 3 aprile 1931).

La Compagnia Argentina del Centro ha uno sviluppo di 3360 miglia ed è destinata a servire, con la base di Buenos Aires, tutta la zona centrale della Repubblica Argentina.

Un miglioramento nelle condizioni d'esercizio che questa Compagnia si è sforzata di realizzare dal 1920 è stato quello di aumentare gradualmente la percorrenza media delle locomotive. Un tale miglioramento ha, sulla rete di cui parliamo, una portata ben maggiore di quella che potrebbe avere su reti a maglie molto strette; e per mettere in evidenza un tale fatto, la rivista inglese ha pubblicato un grafico molto eloquente, in quanto rappresenta la rete argentina del centro sovrapposta sulle isole britanniche.

Ecco comunque le tappe successive del progresso compiuto:

Anni finanziari	Percorrenza media in miglia per locomotive e per anno
1920-21	24.708
1921-22	23.491
1922-23	24.[illegible]16
1923-24	23.323
1924-25	27.026
1925-26	26.107
1926-27	26.999
1927-28	28.413

Conseguenze importanti della cresciuta percorrenza sono state risparmio di macchine, chiusura di otto rimesse locomotive con le relative notevoli economie per il personale e il materiale di scorta.

Dai grafici riprodotti si deduce l'aumento di percorrenza sugli itinerari più importanti: si sono economizzate 25 macchine su 55.

L'Istituto di calcolo per l'analisi matematica numerica nei problemi delle scienze tecniche e sperimentali (*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana e Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*).

Il progresso delle scienze applicate molto deve a quegli uomini che, pur provenendo dalla pura teoria e potendo affermare la propria personalità con elevati lavori originali di lunga lena, non trascurano un compito che è essenziale al progredire delle nazioni e al progresso della stessa scienza: far sentire la necessità di una cordiale collaborazione a larghe schiere di discepoli ed irradiare dappertutto, nei campi di scienze affini e nei campi sterminati delle applicazioni, la luce della loro opera, la bontà del loro aiuto sempre pronto ed efficace.

Come uno di questi uomini ci appare il prof. Mauro Picone, dell'Università di Napoli, che da anni non si stanca di insistere sulla necessità che venga creato in Italia un Istituto di calcolo sopratutto per l'analisi matematica numerica nei problemi delle scienze tecniche e sperimentali. Egli è divenuto un vero apostolo di questa idea, e l'ha sostenuta non invano presso il Consiglio nazionale delle ricerche, mentre, come fanno tutti i veri realizzatori, dava corpo con le proprie forze ad un primo abbozzo della sua creazione, che è primo nucleo di effettivo lavoro presso la sua cattedra.

Questo nucleo si chiama *Gabinetto di Calcolo Infinitesimale*, con una denominazione che suonerà forse alquanto audace ai purissimi scienziati chiusi nelle solitarie fortezze delle loro teorie. E siccome sono i fatti che contano, citiamo qualcuno dei lavori già compiuti da questo nuovo tipo di « Gabinetto »:

— Su richiesta del prof. E. Pistolese, di Aerodinamica nella Scuola di Ingegneria di Pisa, si è studiata e *tabellata* una particolare funzione definita da un integrale improprio.

— Su richiesta del prof. P. Brunelli, di Macchine nella Scuola di Ingegneria di Napoli, si è potuto fornire un contributo di calcolo delle velocità critiche degli alberi motori.

— Su richiesta del prof. L. Ricci, di Scienza delle Costruzioni nella Scuola di Ingegneria di Napoli, sono stati espletati due studi, ambedue in corso di stampa: il primo per l'indagine sulla torsione di un cilindro retto omogeneo a sezione quadrata; l'altro per il calcolo della soluzione periodica di una certa equazione differenziale che occorre nell'esame del bilanciamento dinamico delle masse rotanti a momento d'inerzia variabile, e in particolare per il bilanciamento delle eliche aeree.

Nell'adunanza plenaria del Consiglio nazionale delle ricerche tenutasi il 21 gennaio u. s. vennero assegnati al Gabinetto di calcolo infinitesimale della R. Università di Napoli i primi mezzi finanziari occorrenti perchè detto Gabinetto, sotto la direzione del prof. Mauro Picone, possa proporsi di divenire un vero e proprio Istituto di Calcolo.

Il calcestuzzo pervibrato (*Le Génie Civil*, 21 febbrio 1931).

La preparazione meccanica del calcestruzzo, ormai usata anche per opere di non grande importanza, ha permesso di poter contare sulla perfetta omogeneità della confezione e sulla costanza ed esattezza dei rapporti di miscela. Eliminate le incertezze riguardanti la preparazione dell'impasto, rimangono tuttavia quelle, non meno importanti, della messa in opera.

Alcune notevoli differenze nelle prove non si possono attribuire che alla relativa imperfezione degli ordinari sistemi di costipamento.

Una certa compattezza e uniformità della struttura si può ottenere aumentando la quantità d'acqua dell'impasto; è noto però che, volendo mantenere alta la resistenza del conglomerato, occorre, in questo caso, aumentare la quantità percentuale di cemento. La soluzione si presenta quindi non economica ed è naturale che si sia cercato di conseguire la voluta compattezza senza ricorrere a questo mezzo. I procedimenti di battitura a mano o ad aria compressa, sul cemento o sui casseri, si son dimostrati non rispondenti perfettamente allo scopo, sia perchè i loro risultati dipen-

dono troppo dalla abilità e sveltezza degli operatori, sia perchè dànno luogo a scuotimenti e ad urti dannosi pei casseri e le armature.

Si pensò anche di ottenere il costipamento del calcestruzzo facendolo vibrare per mezzo di appositi apparecchi ad aria compressa connessi ai casseri o appoggiati alla superficie dello strato gettato di fresco; tali mezzi, ancora oggi usati, non sono esenti da critiche, specialmente per la loro non grande efficacia su grandi masse.

Un sistema moderno, che sembra assai più efficace, è quello della vibrazione della gettata ottenuta mediante uno speciale apparecchio immerso o galleggiante nella massa del calcestruzzo.

Gli spostamenti dell'apparecchio in seno alla massa sembrerebbero a prima vista consentiti appena nel caso di calcestruzzi colati molto fluidi, ma in realtà questo movimento può avvenire anche nei calcestruzzi più asciutti per un particolare stato di fluidità che essi assumono sotto la azione vibratoria.

Durante l'operazione si possono osservare due fatti che sono indizi della bontà del procedimento: il volume del calcestruzzo diminuisce sensibilmente e numerose bolle d'aria si liberano dalla massa e salgono alla superficie.

Sezionando un blocco di calcestruzzo supervibrato, si può subito notare una grande compattezza del materiale; ogni elemento di ghiaia risulta veramente circondato dal materiale cementante ben serrato.

Vi sono vibratori galleggianti e vibratori contrappesati; ma si tratta sempre di apparecchi costituiti da un robusto involucro di lamiera di forma adatta contenente un piccolo stantuffo mosso ad aria compressa, il quale può imprimere opportune vibrazioni.

Sperimentando in condizioni molto diverse, si è ottenuta in Francia, per il pervibramento, una spesa variabile da 1,50 a 6,25 franchi francesi.

Volendo stabilire la convenienza economica del procedimento, occorre tener conto da una parte delle spese dovute:

1) all'acquisto o al nolo dei vibratori;

2) alla maggior quantità di materiale necessario (data la maggior compattezza);

3) alla necessità di usare casseri stagni

e dall'altra, invece, occorre mettere in conto le economie realizzate:

1) mediante la riduzione della quantità di cemento necessario o le minori dimensioni dell'opera permesse dalla più elevata resistenza del conglomerato;

2) grazie alla soppressione della mano d'opera per la battitura;

3) grazie alla limitazione delle opere di rifinitura, data la levigatezza delle superfici che questo procedimento consente.

L'importanza di questi punti varia da caso a caso e non si posson dare valori assoluti. Sembra però assodato che, tenendo conto delle eccezionali qualità del calcestruzzo supervibrato, il suo impiego permetta di realizzare delle economie.

Il « dispatching system » applicato in una rete di distribuzione di energia elettrica

(*Bulletin de la Société française des electriciens*; marzo 1931).

È nota l'applicazione del sistema di dirigente unico (detto in inglese « dispatching system ») nell'esercizio ferroviario. Recentemente la società Union d'Electricité, produttrice e distributrice di energia elettrica, per uso di luce e di forza motrice, nelle sue più svariate applicazioni, compresa la trazione, in tutta la regione di Parigi, ha applicato con successo tale sistema per l'esercizio dei propri vastissimi impianti. Si tratta di centrali di produzione, in parte idrauliche e in parte termiche, la cui potenza è in continuo aumento, ed ha superato già il mezzo milione di Kw. Vi è

anche la possibilità di ricevere energia da centrali di altre Ditte, collegate agli impianti della Union mediante linee a 220.000 Volt. L'energia prodotta o ricevuta viene distribuita nella regione parigina mediante una rete sotterranea, dello sviluppo complessivo di Km. 250, alla tensione di 60.000 Volt. Questa rete alimenta varie sottostazioni di trasformazione, per ridurre la tensione, a seconda del fabbisogno dei clienti, a 5.000; 10.000; 12.500; 13.200; 15.000 Volt. La grande regione suburbana parigina (*banlieu*) è alimentata da sottostazioni collegate alla rete sotterranea, mediante linee aeree a 60.000 Volt.

L'energia prodotta dalle centrali idroelettriche è trasportata mediante linee a 90.000 o 150.000 Volt, che alimenta, lungo il percorso, le sottostazioni di trazione della Paris-Orléans, o altre cabine di trasformazione. All'arrivo a Parigi, l'energia restante viene trasformata a 60.000 Volt.

Scopi del sistema di dirigente centrale adottato sono quelli di:

1) fare in modo che, in ogni istante, la potenza totale delle macchine in servizio nelle varie centrali sia sufficiente a coprire il fabbisogno di potenza richiesto dai clienti;

2) fare fornire, nel più breve tempo possibile, in caso di messa fuori servizio di tutta o di parte di una centrale di produzione, la potenza mancante dalle altre centrali;

3) far riprendere, il più rapidamente possibile, il servizio interrotto, in caso di incidente su una parte della rete, che abbia provocato la messa fuori servizio di una o parecchie sottostazioni.

Per ottener tutto ciò è stato appunto adottato nella sede della Società, a Parigi, l'organismo che noi indichiamo sotto il nome di « dispatching ».

I mezzi di cui si serve il dirigente centrale per soddisfare le condizioni elencate sopra sono i seguenti:

1) Statistiche e curve di carico, sempre aggiornate, che permettono di prevedere, giorno per giorno, i bisogni singoli della rete e di tracciare la curva del carico totale che sarà richiesto dalla rete stessa;

2) Conoscenza delle disponibilità delle singole centrali di produzione, sia idrauliche che termiche;

3) Conoscenza delle disponibilità delle linee di trasporto, sia in cavo che aeree.

Tutto ciò permette di fissare in precedenza il programma di lavoro di ciascuna centrale, in modo da ottenere la migliore utilizzazione di ciascuna di esse e il migliore rendimento dell'insieme. Apparecchi di misura posti in vista degli ingegneri di servizio permettono poi di controllare istante per istante l'esecuzione dei programmi assegnati alle principali officine.

Naturalmente, oltre alle notizie indicate, il dirigente centrale ha bisogno di varî apparecchi di misura. Essi sono: innanzi tutto un voltmetro registratore a grandi sensibilità e scala, che registra la tensione della rete a 60.000 Volt in corrispondenza della centrale di Gennevilliers; e un frequenziometro registratore graduato in ventesimi di periodo. L'esattezza della frequenza viene controllata inoltre, con grande precisione, per mezzo di un orologio differenziale azionato da una parte da un motore sincrono alimentato dalla rete e dall'altra da un orologio elettrico indipendente, mantenuto automaticamente esatto sull'ora della torre Eiffel. La frequenza della rete viene corretta periodicamente, di modo che l'orologio differenziale non scarti dallo zero per più di un minuto di tempo. Le variazioni di frequenza superiori a ½ periodo in più o meno, rispetto ai 50 periodi vengono segnalate da contatti posti sul frequenziometro registratore, che azionano un campanello d'allarme.

Ogni variazione importante nella frequenza è indice di un incidente o sulla rete o in una delle centrali: distacco dei *feeders*, che produce una diminuzione del carico totale; o messa fuori servizio di una centrale, o avaria di un gruppo generatore, ecc. Il dirigente centrale, per poter ricercare la natura e il luogo dell'incidente, e provvedere quindi di conseguenza, ha bisogno, quindi, di apparecchi che indichino il carico delle centrali, e controllino permanentemente l'esecuzione dei pro-

grammi stabiliti. A tale scopo si sono installati speciali complessi registratori telewattmetrici; ogni complesso si compone di un apparecchio trasmittente, di una linea di collegamento e di un apparecchio ricevente.

Descriviamo brevemente i singoli organi:

1. L'apparecchio emittente, posto in centrale, consiste, in definitiva, in un dispositivo di totalizzazione delle potenze delle macchine generatrici della centrale. Sono impiegati due sistemi di totalizzazione:

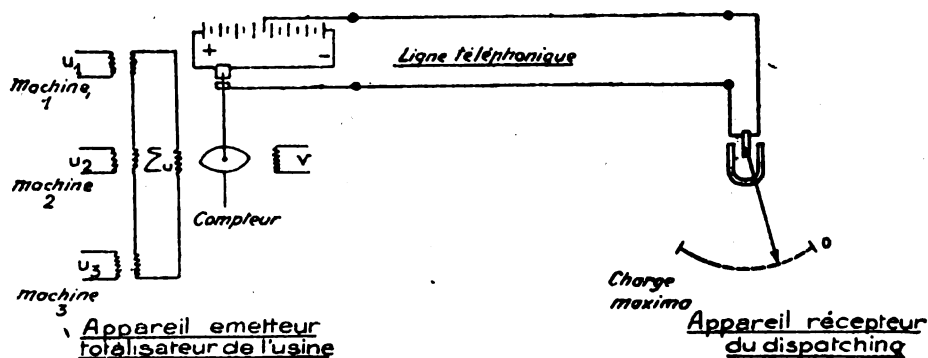



Fig. 1. – Sistema di totalizzazione per le centrali munite di sorgente di corrente alternata a tensione costante.

a) uno (vedi fig. 1) utilizza una sorgente ausiliaria di corrente alternata a tensione sensibilmente costante U. Ogni generatrice possiede un apparecchio detto « trasmettitore telewattmetrico », collegato in parallelo con i contatori di energia, e che dà, in ogni istante, una frazione u della tensione di riferimento U, in modo che il prodotto Uu sia proporzionale alla potenza ai morsetti della macchina. La sommatoria $U\Sigma u$ per tutte le macchine della centrale rappresenta perciò la potenza totale. Le quantità U e Σu azionano un contatore ad induzione, la cui velocità è perciò proporzionale al carico totale della centrale. L'albero di questo contatore aziona un collettore attrezzato in modo da stabilire contatti che emettono impulsi a corrente continua, su una linea telefonica che collega la centrale al posto di *dispatching*.

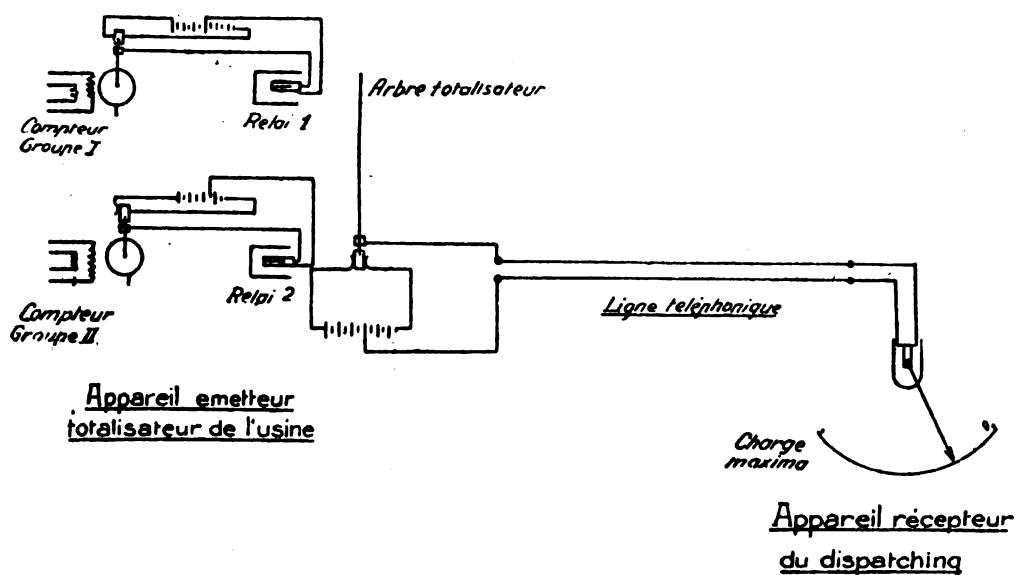



Fig. 2. – Sistema di totalizzazione per le centrali prive di sorgente ausiliaria di corrente alternata

b) il secondo sistema (vedi fig. 2) è impiegato nelle centrali dove è difficile avere una sorgente ausiliaria di corrente alternata a tensione sensibilmente costante e non soggetta a interruzioni. In questo caso, ogni macchina generatrice è munita di un contatore a induzione a grande coppia, il cui albero aziona, come nel caso precedente, un collettore destinato a emettere impulsi.

Gli impulsi prodotti dai contatori di tutte le macchine vengono totalizzati da un sistema di ingranaggi differenziali, il cui albero totalizzatore invia, a sua volta, emissioni sulla linea telefonica di collegamento della centrale al dispatcihng.

2) L'apparecchio ricevente, impiantato nel posto di *dispatching*, conta il numero di impulsi, cioè l'energia prodotta dalla centrale durante un tempo dato, e conseguentemente la potenza media durante questo tempo. Esso consiste in un registratore a ordinate rettilinee, il cui apparecchio di misura propriamente detto consiste in un dispositivo di conteggio degli impulsi, il cui principio è il seguente: un *rélais* polarizzato ricevitore sposta di uno stesso angolo, ad ogni impulso ricevuto, un indice che gira intorno a un asse verticale. Ogni minuto, una emissione del pendolo propriamente detto produce due movimenti consecutivi: essa libera la penna del registratore, la quale è mobile intorno allo stesso asse dell'indice che viene in contatto con il registratore stesso; lo scarto angolare della penna rispetto allo zero è perciò, in quell'istante, proporzionale al numero di impulsi ricevuti durante il minuto trascorso. Dopo che la penna ha preso la sua posizione, l'indice è riportato a zero, e ricomincia un nuovo ciclo di un minuto.

Gl'impulsi ricevuti dalle varie centrali possono essere, in seguito, facilmente totalizzati mediante un dispositivo differenziale, che aziona un registratore-totalizzatore della potenza della rete, analogo ai ricevitori individuali delle singole centrali.

Per poter seguire il funzionamento della rete ed essere avvertito immediatamente di qualsiasi incidente, il dirigente centrale ha a disposizione collegamenti telefonici assolutamente sicuri, costituenti due sistemi distinti: uno destinato a collegare col dirigente centrale e tra loro tutti i centri della regione parigina (centrali termiche e sottostazioni di trazione e di distribuzione); l'altro permette di comunicare con le centrali idroelettriche del Massif Central, le sottostazioni della ferrovia Parigi-Orléans e i centri di distribuzione alimentati dalle linee a 90.000 e a 150.000 Volt.

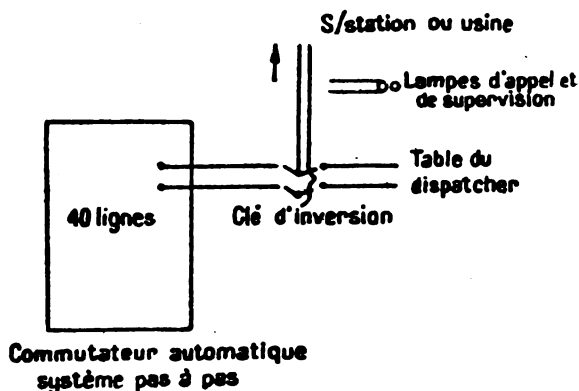



Fig. 3. – Dispositivo schematico del sistema telefonico della regione parigina.

Ogni centrale o sottostazione del primo sistema è collegata, mediante una linea propria, al dirigente centrale; questa linea passa in un centralino manuale a due operatori, attraverso una chiave d'inversione, e finisce poi in un commutatore automatico a 40 linee (vedi fig. 3). Questo dispositivo permette:

a) alle varie centrali e sottostazioni di chiamarsi a vicenda col sistema automatico, senza l'intervento del dirigente centrale. Tuttavia le loro comunicazioni sono controllate mediante lampade di spia;

b) a uno dei due operatori del centralino, di chiamare un posto qualunque, anche se questo si trova in comunicazione, dato che la chiave di inversione taglia automaticamente la linea interessata, prima del suo arrivo al centralino *standard* automatico.

Vi è anche un dispositivo speciale che permette di eseguire rapidamente le prove di isolamento e di continuità di una linea qualunque che sembri difettosa. Inoltre vi sono comunicazioni dirette, mediante linee in cavo, tra ciascuna sottostazione e quelle adiacenti, in modo da poter supplire una linea diretta eventualmente fuori servizio.

Il secondo sistema di comunicazioni consiste in una linea che collega il dirigente centrale con la centrale di produzione di Eguzon. Su questa linea sono collegate in derivazione, ed equipaggiate con la chiamata selettiva Western, tutte le sottostazioni e i posti di smistamento della ferrovia da Parigi a Orléans. Una seconda linea omnibus collega ciascuna sottostazione con la prossima in modo da poter comunicare anche in caso di guasto della linea del *dispatching*. Vi sono poi linee di collegamento speciali, nonchè una comunicazione ad onde convogliate. L'ingegnere di servizio al *dispatching* ha inoltre, di fronte a sè, un grande quadro posto verticalmente, e rappresentante lo schema completo della rete; e cioè i quadri ad alta tensione di tutte le centrali e sottostazioni, con tutti gli interruttori e sezionatori. Piccole lampade accese o spente rappresentano gli interruttori, chiusi o aperti; piccole sbarre mobili rappresentano le posizioni dei sezionatori. Questo schema viene tenuto costantemente al corrente dagli ingegneri di servizio, a seconda delle manovre che si effettuano e degli incidenti che si verificano.

È da notare che nessuna manovra viene eseguita senza un ordine preventivo del dirigente centrale; come pure si fa in modo che qualsiasi incidente gli venga comunicato immediatamente.

L'organizzazione descritta permette di mantenere una disciplina, una regolarità e una continuità di servizio perfette, indispensabili in un insieme così complesso come la rete di produzione e di distribuzione descritta.

Il valore della prova idraulica per la sicurezza delle caldaie (*Annales des Mines*, ottobre 1930).

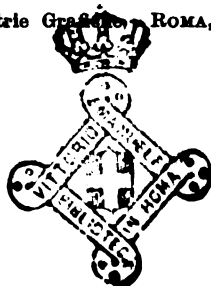
In Francia, per le caldaie il cui timbro raggiunge od oltrepassa i 12 Kg.-cmq., è prescritta una pressione di prova superiore del 50 % al timbro. La prova idraulica è la sola verifica amministrativa; e perciò si ammette che, quando questa prova è soddisfacente, il metallo non ha, in alcun punto, lavorato oltre il suo limite elastico.

Se in servizio le condizioni di sollecitazione fossero identiche, il metallo non lavorerebbe che ai 2/3 della pressione di prova, ma, tra le condizioni della prova e le condizioni dell'effettivo funzionamento, esiste una differenza essenziale: il metallo a caldo ha un limite elastico più basso che non alla temperatura della prova. Ad esempio, una lamiera d'acciaio al carbonio ha un limite elastico di 20 Kg.-mmq. a 100°; 14,7 Kg.-mmq. a 300°; 13,7 Kg.-mmq. a 400° e 8,7 Kg.-mmq. a 500°.

Per tener conto di questo fatto, il margine che si osserva nella prova idraulica in rapporto al timbro deve crescere con la temperatura in servizio. Così per una caldaia a 80 Kg.-mmq. la prova a freddo dovrebbe esser fatto ai 71 % oltre il timbro; un surriscaldatore a 500° dovrebbe essere sottoposto nella prova idraulica ad una pressione superiore del 195 % al timbro.

Ciò, beninteso, facendo due ipotesi molto restrittive: che il metallo si ponga alla temperatura del fluido contenuto nella caldaia e che questa temperatura sia quella del vapor saturo corrispondente al timbro.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

[8936] « GRAFIA » S. A. I. Industrie Grafiche - ROMA, via Ennio Quirino Visconti, 13-A

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

GIUGNO 1931 - IX

PERIODICI.

LINGUA ITALIANA

Rivista tecnica delle ferrovie italiane

1931 621 . 333

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 161.

Ing. G. BIANCHI. I motori elettrici di trazione: osservazioni alle norme proposte dal Comitato misto di trazione, pag. 10, tav. 1.

1931 385 . 072 (. 45)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 170.

Ing. dott. G. FORTE. La recente riforma nella Sezione ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Continuazione e fine), pag. 8 ½.

1931 621 . 13 . — 9

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 179.

Ing. MANLIO DIEGOLI. Locomotive con freno a repressione d'aria nelle prove dinamometriche, pag. 12 ½, fig. 3, tav. 1.

1931 627 . 824

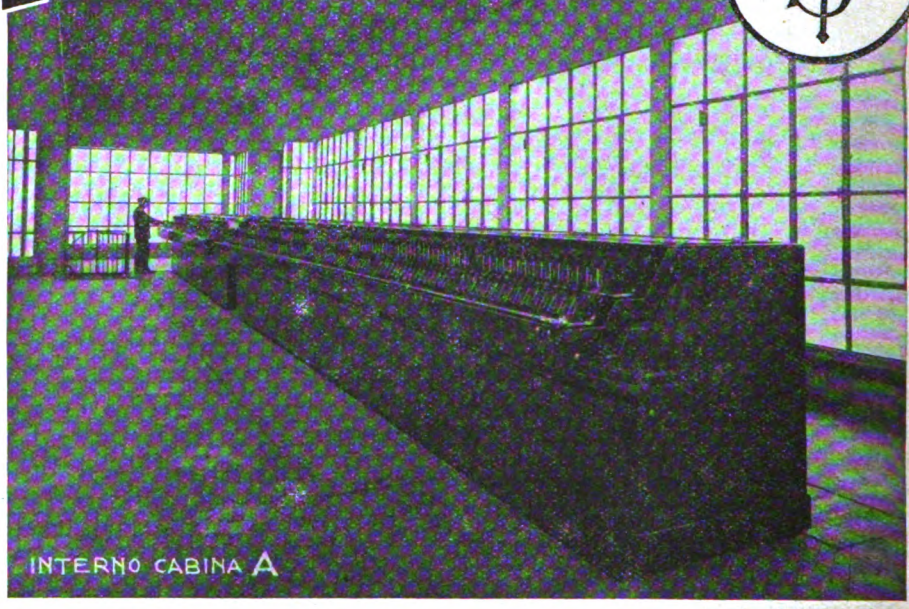
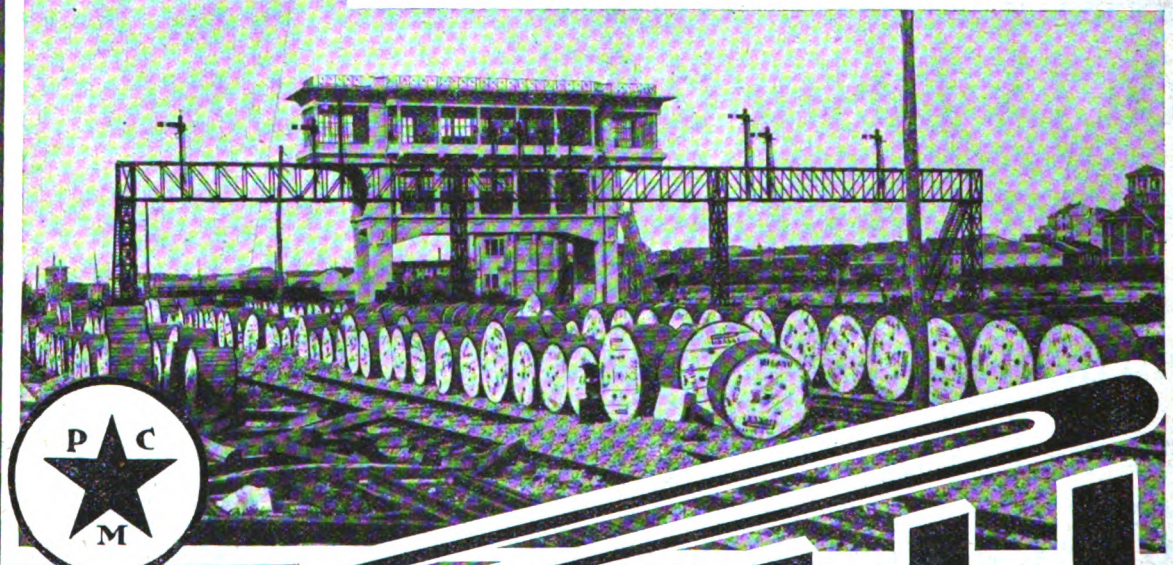
Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 192.

Ing. G. M. PUGNO. Sul calcolo delle dighe ad arco, pag. 5, fig. 2.

1931 385 . 113 (. 44)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 178 (Informazioni).

Il *deficit* delle ferrovie francesi.

WESTINGHOUSE
IMPIANTI DI
SEGNALAMENTO
170.000 metri di cavi multipli
1140 leve di manovra in
7 cabine
NUOVA STAZIONE
VIAGGIATORI DI MILANO
INTERNO CABINA A
P C M
PIRELLI
P C M

1931 385 . 113 (. 42)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 197 (Informazioni).

Le perdite nei prodotti del traffico subite dalle ferrovie inglesi, pag. 1, fig. 1.

1931 385 . 2 (. 73)

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 198 (Libri e riviste).

La multiforme concorrenza alle ferrovie americane, pag. 1.

1931 621 . 774 : 665 . 5

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 199 (Libri e riviste).

Lo sviluppo delle condotte speciali per petrolio, dette « pipe-lines ».

1931 621 . 774 - 665 . 5

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 199 (Libri e riviste).

Per il calcolo delle condotte di petrolio, dette « pipe-lines ».

1931 624 . 014 : 621 . 791

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 199 (Libri e riviste).

Nuovi ponti in ferro saldati.

1931 625 . 245 . 73

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 200 (Libri e riviste).

Carri speciali per il trasporto e lo scarico meccanico delle rotaie da m. 24 di lunghezza, pag. 2, fig. 2.

1931 536 e 621 . 174

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 202 (Libri e riviste).

La seconda conferenza internazionale per le tabelle delle costanti fisiche del vapor d'acqua.

1931 621 . 311 : 22

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 202 (Libri e riviste).

L'uso degli accumulatori di vapore nelle centrali elettriche.

1931 016 : 624 . 15

Rivista tecnica delle ferrovie italiane, 15 aprile, pag. 203 (Libri e riviste).

La tecnica delle fondazioni (Ing. prof. Luigi Santarella, Milano, Hoepli), pag. 1.

L'Elettrotecnica

1931 621 . 333 . 025 . 3

L'Elettrotecnica, 5 aprile, p. 214; 15 aprile, p. 240.

A. Della Riccia. Procedimento razionale per lo studio completo delle caratteristiche del motore di trazione a corrente continua ed alcune riflessioni di attualità, p. 17, fig. 20.

1931 621 . 365 . 4

L'Elettrotecnica, 5 aprile, p. 224.

A. Cella. Nota sui forni elettrici industriali e sulla durata delle loro resistenze di riscaldamento, p. 3, fig. 11.

L'Ingegnere

1931 669 . 71

L'Ingegnere, marzo, p. 164.

G. Guzzoni. Alcune proprietà meccaniche delle leghe leggere e criteri per il loro impiego, p. 5, fig. 4.

La Metallurgia Italiana

1931 669 . 71

La Metallurgia Italiana, marzo, p. 177.

G. Guzzoni. L'impiego delle leghe di alluminio e di magnesio nelle costruzioni moderne, p. 15, fig. 10.

1931 669 . 144

La Metallurgia Italiana, marzo, p. 258.

Sulla nitrurazione degli acciai speciali, p. 1.

1931 669 . 71

La Metallurgia Italiana, aprile, p. 265.

U. Magnani e C. Panseri. Nota su alcune questioni inerenti la lavorazione meccanica delle leghe leggere e dell'alluminio puro, p. 27, fig. 72.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des chemins de fer

1931 385 . (06 . 112)

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 223.

Onzième Session, Madrid, 5 au 15 mai 1930. Compte rendu général des discussions en sections et en séances plénières (3e Section: Exploitation), pag. 2.

1931 656 . 213

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 225.

Relations des chemins de fer avec les ports de mer (Question IX, IIe session). Discussion, pag. 17.

1931 625 . 258 & 656 . 212 . 5

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 246.

Moyens à utiliser dans les gares de triage pour régler la vitesse des véhicules débranchés et assurer leur cheminement sur les voies des différents chantiers (Question X, 11e session). Discussion, pag. 25.

1931 656 . 25

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 276.

Signalisation des lignes à circulation rapide et des grandes gares. Signaux lumineux. Block-system automatique (Question XI, 11e session). Discussion, pag. 18.

1931 621 . 132 . 8 & 656 . 22

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 296.

Procédés de traction économiques à employer dans des cas particuliers (Question XII, 11e session). Discussion, pag. 20.

1931 656 . 254 (. 44)

Bull. du Congrès des chemins de fer, marzo, p. 315.

La radiophonie dans les trains. L'installation des Chemins de fer de l'Etat français, pag. 4, fig. 5.

Revue Générale des Chemins de fer

1931 625 . 144 . 6

Revue Générale des Chemins de fer, aprile, p. 385.

M. Patte. Note sur une réfection de voie principale avec engins mécaniques, p. 10, fig. 11.

1931 621 . 138 . 2

Revue Générale des Chemins de fer, aprile, p. 395.

Hemery. Appareil automatique pour la distribution du charbon aux locomotives, p. 3, fig. 2.

1931 621 . 134 . 4

Revue Générale des Chemins de fer, aprile, p. 428.

Emploi de la double expansion dans les locomotives de la Compagnie des Chemins de fer P. L. M., p. 11.

Le Génie Civil

1931 69 . 025 . 3

Le Genie Civil, 21 marzo, p. 299.

Les planchers sans nervures en béton armé, p. 2, fig. 4.

1931 624 . 194

Le Génie Civil, 21 marzo, p. 302.

Les tunnels routiers sous l'Escaut, à Anvers, p. 1, fig. 5.

LINGUA INGLESE

Engineering

1931 691 . 32

Engineering, 27 marzo, p. 409.

The rational reinforcement of concrete, pag. 1, fig. 8.

1931 621 . 64

Engineering, 27 marzo, pag. 435.

R. S. Allen. Modern methods of raising water from underground sources, pag. 3, fig. 6.

1931 621 . 242

Engineering, 10 aprile, pag. 475.

E. J. Fearn. The stresses in piston rings, pag. 1, fig. 3.

1931 621 . 365

Engineering, 10 aprile, pag. 497.

The Russ induction furnace, pag. ½, fig. 3.

1931 669 . 782 . 71

Engineering, 10 aprile, pag. 498.

L. J. Brice. Some properties of silicon-aluminium bronzes, pag. 2, fig. 11.

1931 625 . 154 . 3

Engineering, 17 aprile, pag. 508.

30 ton. railway turntable elevator, pag. 1 ½, fig. 5.

1931 625 . 592

Engineering, 17 aprile, pag. 530.

The Westinghouse eddy-current rail brake, pagina 1, fig. 4.

The Railway Gazette

1931 621 . 33 . 033 . 46

The Railway Gazette, 27 marzo, pag. 485.

A new electric battery locomotive, pag. 1, fig. 1.

1931 621 . 13 (73)

The Railway Gazette, 3 aprile, pag. 513.

Locomotive performance in America, pag. 2.

1931 656 . 211 . 7

The Railway Gazette, 3 aprile, pag. 515.

The train fernies of Denmark, pag. 3, fig. 4.

1931 625 . 242 . 3 (. 54)

The Railway Gazette, 3 aprile, pag. 519.

New 50-ton hopper wagons for India, pag. 1, fig. 4.

1931 621 . 137 (. 82)

The Railway Gazette, 3 aprile, pag. 524.

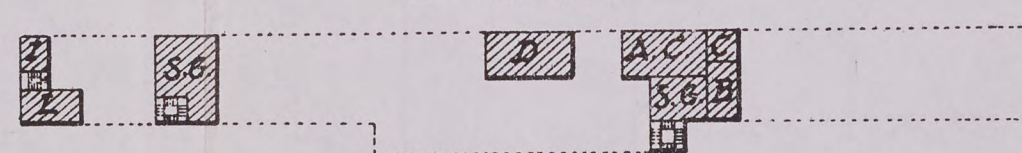
Extended locomotive runs on the Central Argentine Ry, pag. 1 ½, fig. 2.

TRI

ne di
ARI

IL RECENTE AMPLIAMENTO NELLA SEZIONE FERROVIARIA DEL R. ISTITUTO SPERIMENTALE DELLE COMUNICAZIONI

FIG. 1ª SISTEMAZIONE PRECEDENTE

A. - PIANTERRENO

B. - AMMEZZATO

C. - PRIMO PIANO

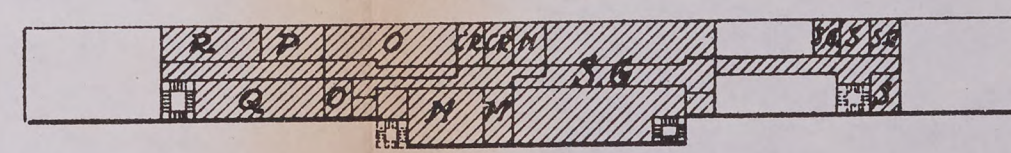
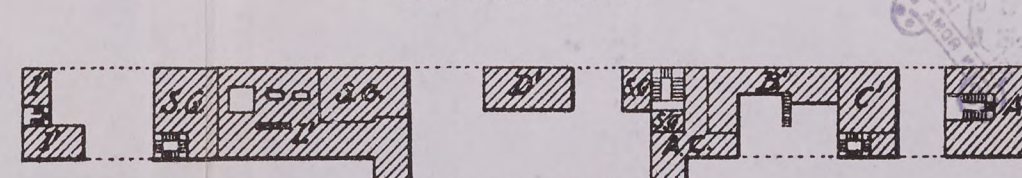



FIG. 2ª SISTEMAZIONE ATTUALE

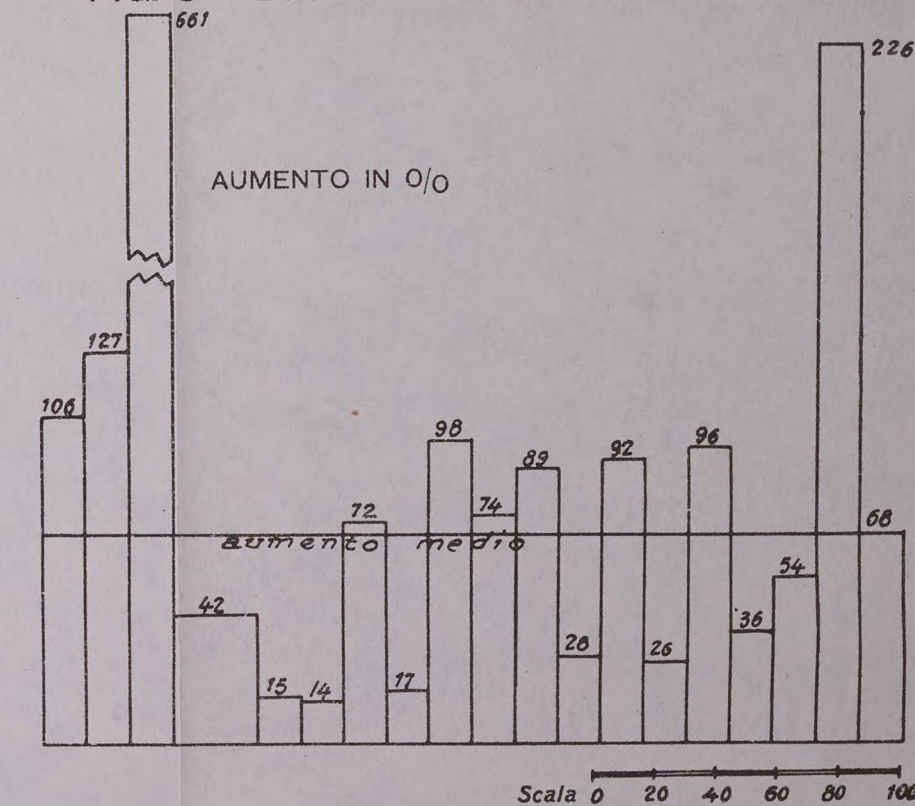
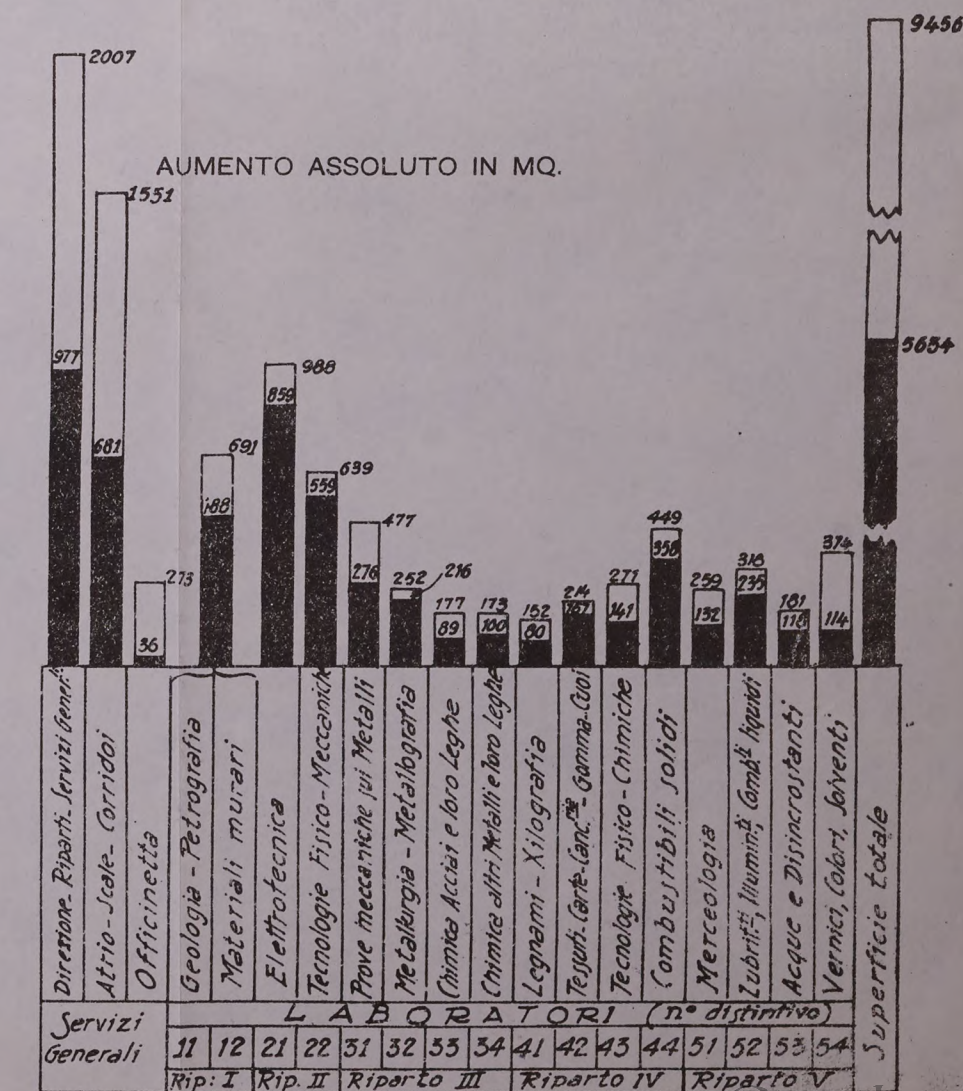
A¹ - PIANTERRENO

B.¹ - AMMEZZATO

C.¹ - PRIMO PIANO

D.¹ - SECONDO PIANO

1 - Muro di cinta 2-3-4 - Triplice ingresso precedente 5 - Unico ingresso attuale 6 - Portiere 7 - Deposito biciclette 8 - Spogliatoi e lavabi 9 - Orologio controllo 10 - Sala di aspetto 11-12-13 - Scale soppresse 14-15 - Scale nuove 16↔17 Servitù precedente di passaggio 18 - Nuovo corridoio di disimpegno 19-20-21-22 - Nuove ritirate 23-24 - Refettori 25-26 - Sala per conferenze e cinematografia - spogliatoio annesso. 27 - Sala per collezioni 28 - Officina di manutenzione 29 - Vivaio 30 - Giardini 31 - Orti

A-A'. Lab. Tecnologie Fisico Meccaniche. B-B'. Lab. Lubrificanti, Illuminenti, Combustibili liquidi. C-C'. Lab. Tecnologie Fisico Chimiche. D-D'. Lab. Elettrotecnica. E-E'. Lab. Chimica metalli non ferrosi. F-F'. Lab. Vernici, Colori, Solventi. G-G'. Lab. Acque Disincrostanti. H-H'. Lab. Combustibili solidi. I-I' Lab. Prove meccaniche sui metalli. L-L'. Lab. Materiali murari. M-M'. Lab. Geologia e Petrografia. N-N'. Lab. Merceologia. O-O' Lab. Metallurgia. Metallografia. P-P' Lab. Studi sui legnami Xilografia. Q-Q' Lab. Tessuti, Carte, Cancelleria, Gomme, Cuoi R-R'. Lab. Chimica acciai e loro leghe. S-S'. Fotografia. A-C. Alloggio Commesso A-D. Alloggio Direttore C-R. Capi Riparto S-G. Servizi Generali Dr. Direttore V-D. Vice Direttore S-A. Sala d'aspetto I.g. Ingegnere Ch. Contabilità Ip. Ispettore Cp. Copia Sg. Segreteria Ar. Archivio Bt. Biblioteca Dg. Disegnatore Cm. Campioni

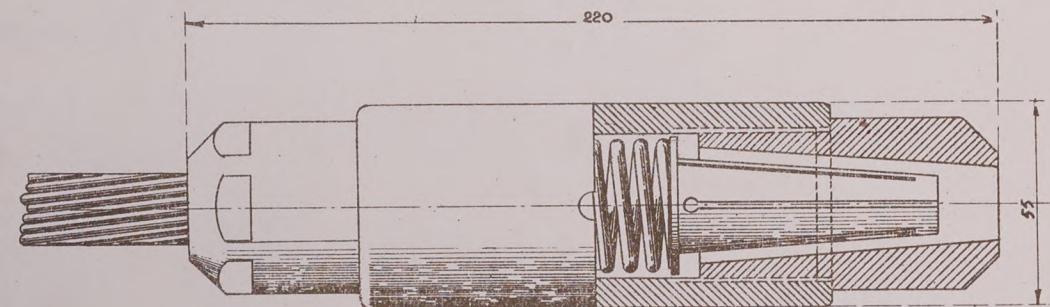
FIG. 3ª - DIAGRAMMA DELL'AMPLIAMENTO

O. 364-2816 Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma 2-1931-IX

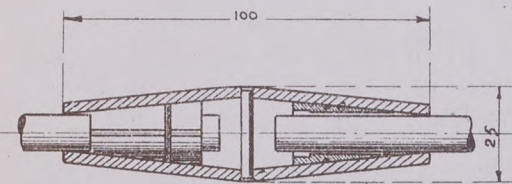
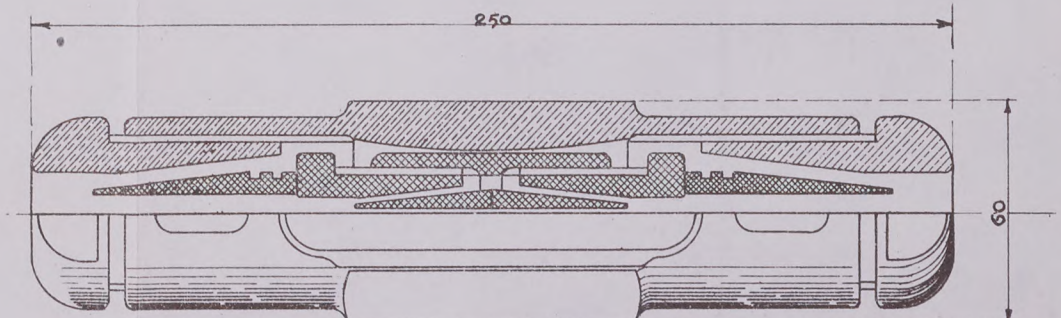
MONTANTI 110X110X11X7330
TRALICCI 65X65X7
TRALICCI 60X60X6
1 CHIODO ∅ 16
MONTANTI 90X90X9X5100
TRALICCI 55X55X6
2 CHIODI ∅ 16
1 CHIODO ∅ 16

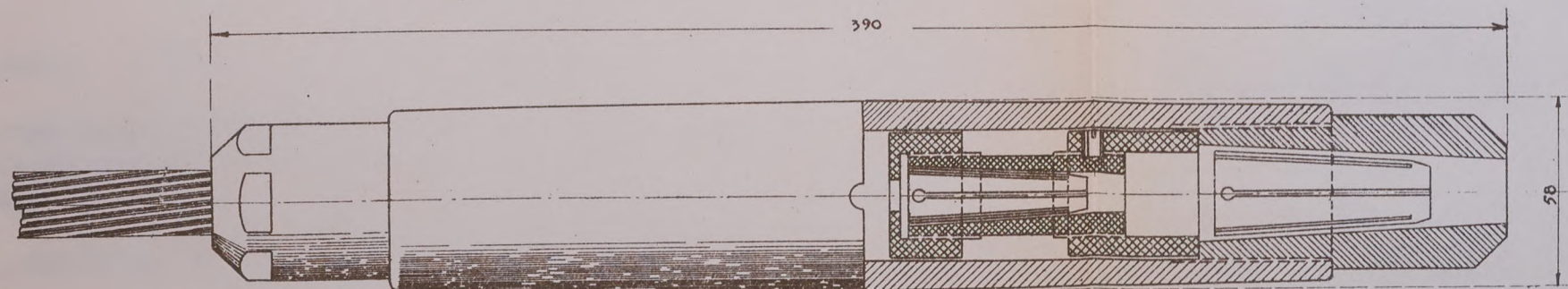
P

TIPI DI GIUNTI PER LINEE PRIMARIE

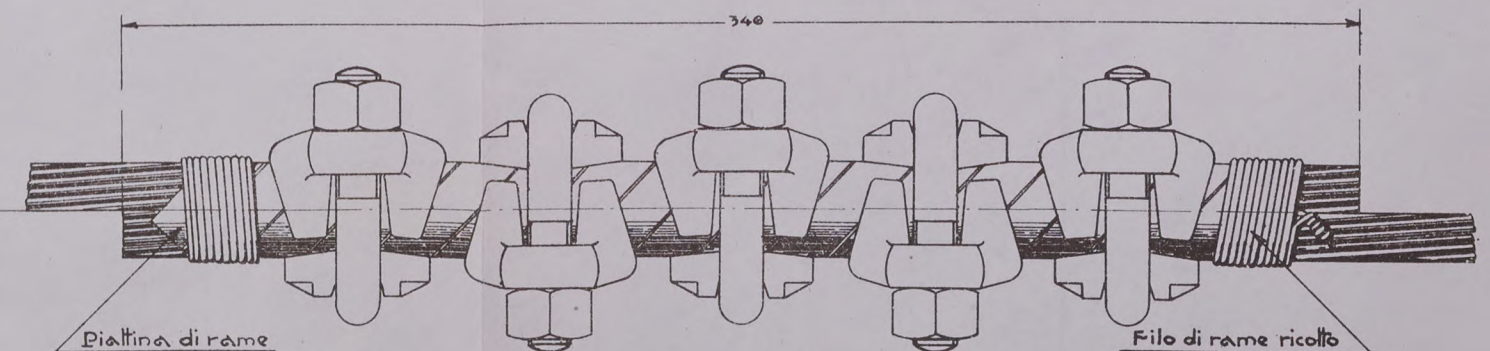
MORBEGNO-VOGHERA

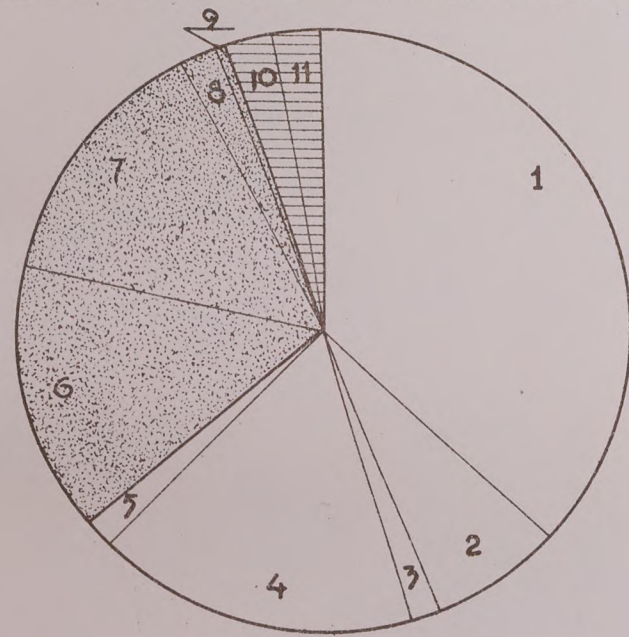
GIUNTO TIPO "VONTOBEL" PER CORDE MONOMETALLICHE IN LEGA DI ALLUMINIO

Lega di alluminio

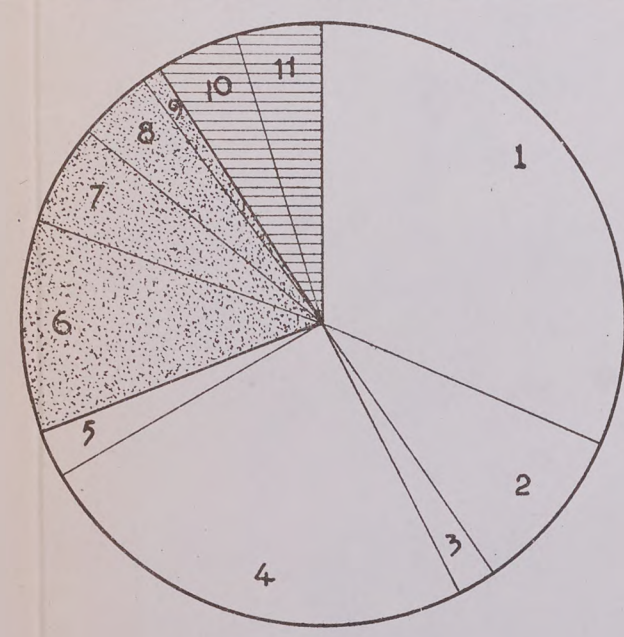
GIUNTO TIPO "IDEAL" PER FILO DI RAME

GIUNTO TIPO "PAIRARD" PER CORDA BIMETALLICA ALLUMINIO - ACCIAIO

Acciaio Lega di alluminio

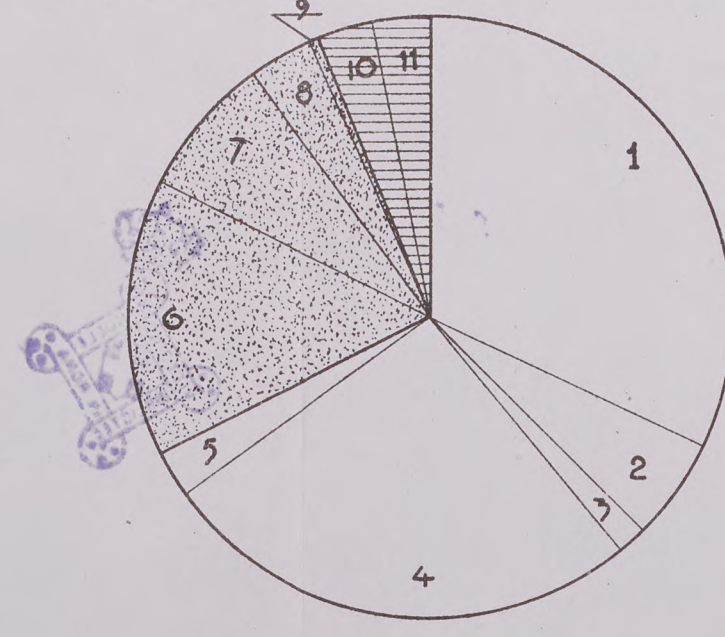
GIUNTO TIPO "VONTOBEL" PER CORDE BIMETALLICHE ALLUMINIO-ACCIAIO

GIUNZIONE DI CONDUTTORI IN CORDA DI RAME O BIMETALLICA RAME-ACCIAIO CON MORSETTI "M.S. 691"

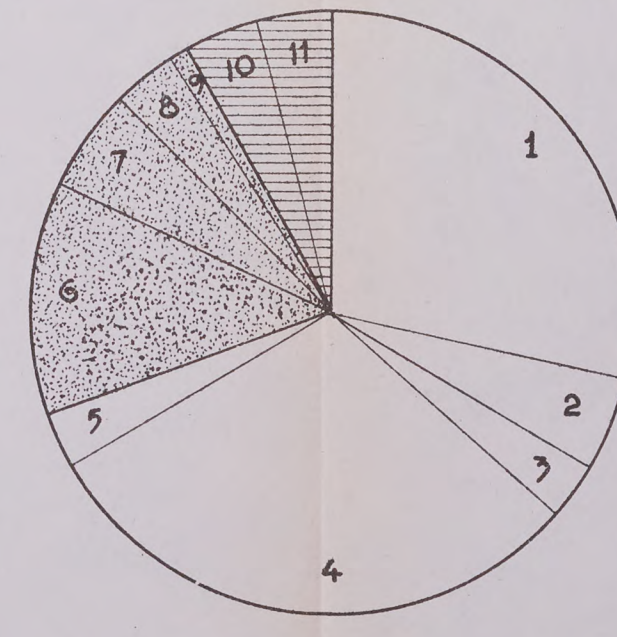
Acciaio Lega di alluminio

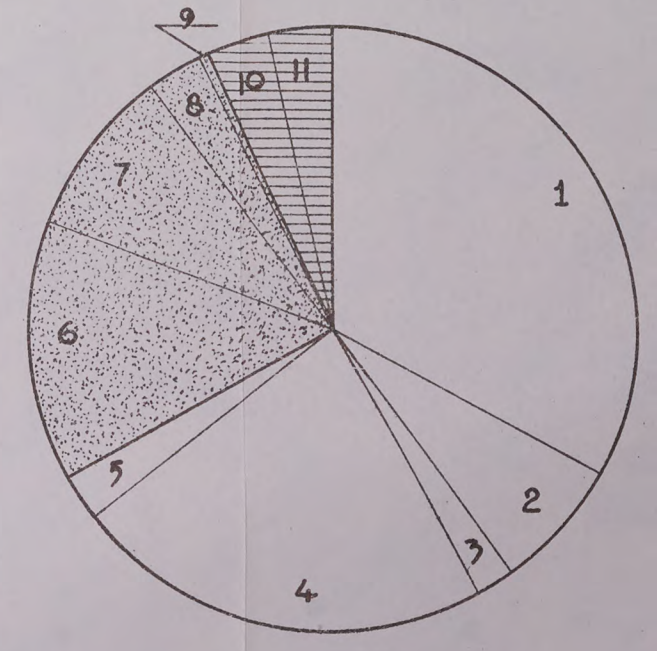
Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 2-1931-IX

DIAGRAMMI DI RIPARTIZIONE DEL COSTO PER LA LINEA PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA

PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA
TRONCO MORBEGNO — USMATE ≈ Km. 80 ≈
RIPARTIZIONE DELLE SPESE

1)	SOSTEGNI	37—	64%
2)	ISOLATORI	7—	
3)	MORSETTERIA	1,5	
4)	CONDUTTORI	17—	
5)	CORDA DI GUARDIA	1,5	
6)	FONDAZIONI	14,5	31%
7)	TRASPORTO-MONTAGGIO PALI	14—	
8)	ARMAMENTO LINEA-TESATURA	2—	
9)	VERNICIATURA	0,5	
10)	ESPROPRI	2,5	5%
11)	TRACCIATO E SPESE GENERALI	2,5	
	TOTALE	100	

PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA
TRONCO USMATE — ROGOREDO ≈ Km. 2 × 30,5 ≈
RIPARTIZIONE DELLE SPESE

1)	SOSTEGNI	31,5	69%
2)	ISOLATORI	9—	
3)	MORSETTERIA	2—	
4)	CONDUTTORI	24—	
5)	CORDA DI GUARDIA	2,5	
6)	FONDAZIONI	11,5	22%
7)	TRASPORTO-MONTAGGIO PALI	5,5	
8)	ARMAMENTO LINEA-TESATURA	4—	
9)	VERNICIATURA	1—	
10)	ESPROPRI	4,5	9%
11)	TRACCIATO E SPESE GENERALI	4,5	
	TOTALE	100	

PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA
TRONCO ROGOREDO — PAVIA ≈ Km. 2 × 26,5 ≈
RIPARTIZIONE DELLE SPESE

1)	SOSTEGNI	32—	67,5%
2)	ISOLATORI	5,5	
3)	MORSETTERIA	1,5	
4)	CONDUTTORI	26—	
5)	CORDA DI GUARDIA	2,5	
6)	FONDAZIONI	15—	26,5%
7)	TRASPORTO-MONTAGGIO PALI	7,5	
8)	ARMAMENTO LINEA-TESATURA	3,5	
9)	VERNICIATURA	0,5	
10)	ESPROPRI	3—	6%
11)	TRACCIATO E SPESE GENERALI	3—	
	TOTALE	100	

PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA
TRONCO PAVIA — VOGHERA ≈ Km. 2 × 27 ≈
RIPARTIZIONE DELLE SPESE

1)	SOSTEGNI	28,5	69,5%
2)	ISOLATORI	5—	
3)	MORSETTERIA	3—	
4)	CONDUTTORI	30—	
5)	CORDA DI GUARDIA	3—	
6)	FONDAZIONI	12,5	22,5%
7)	TRASPORTO-MONTAGGIO PALI	5,5	
8)	ARMAMENTO LINEA-TESATURA	3,5	
9)	VERNICIATURA	1—	
10)	ESPROPRI	4—	8%
11)	TRACCIATO E SPESE GENERALI	4—	
	TOTALE	100	

PRIMARIA MORBEGNO - VOGHERA
RIPARTIZIONE DELLE SPESE

1)	SOSTEGNI	33—	66,5%
2)	ISOLATORI	6,5	
3)	MORSETTERIA	2—	
4)	CONDUTTORI	22,5	
5)	CORDA DI GUARDIA	2,5	
6)	FONDAZIONI	14—	26,5%
7)	TRASPORTO-MONTAGGIO PALI	9—	
8)	ARMAMENTO LINEA-TESATURA	3—	
9)	VERNICIATURA	0,5	
10)	ESPROPRI	3,5	7%
11)	TRACCIATO E SPESE GENERALI	3,5	
	TOTALE	100	

Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 2-1931-IX

MOTORI ELETTRICI DI TRAZIONE

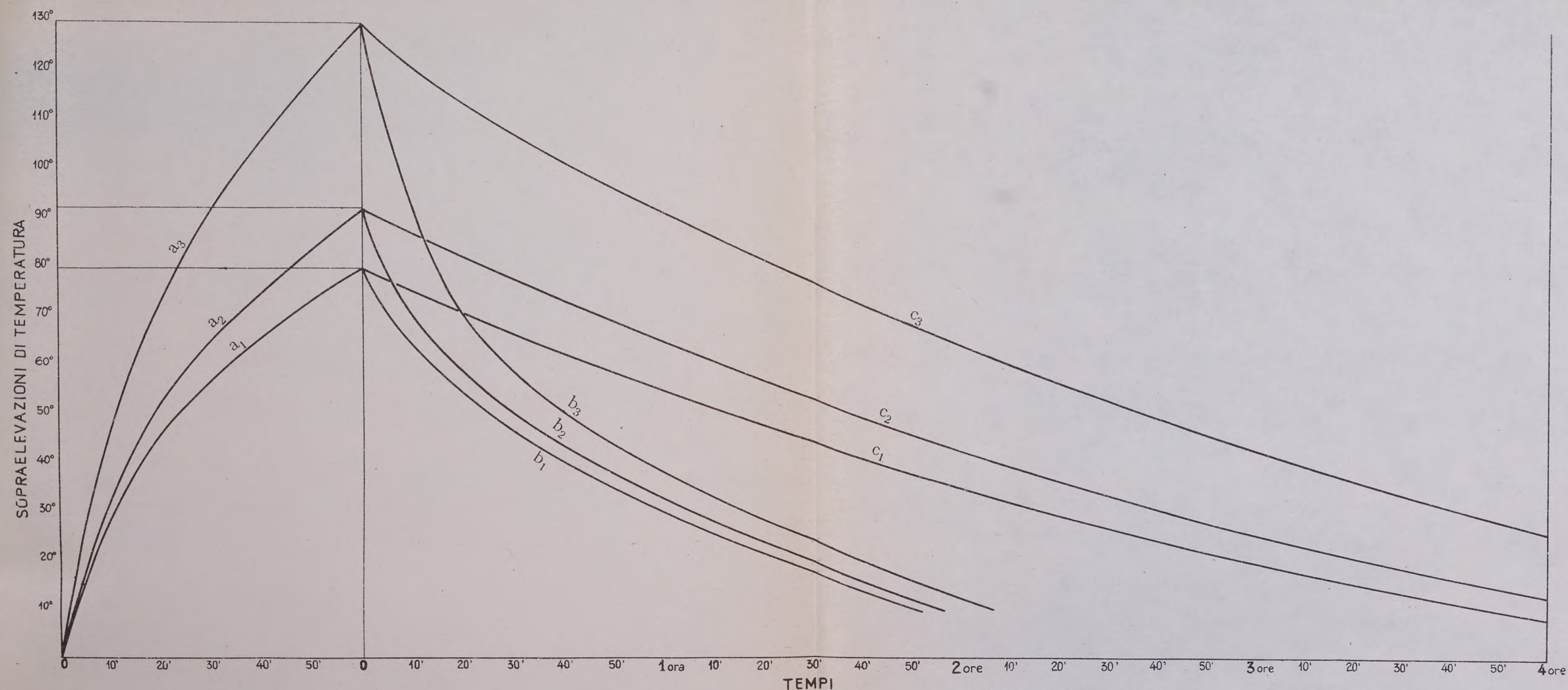
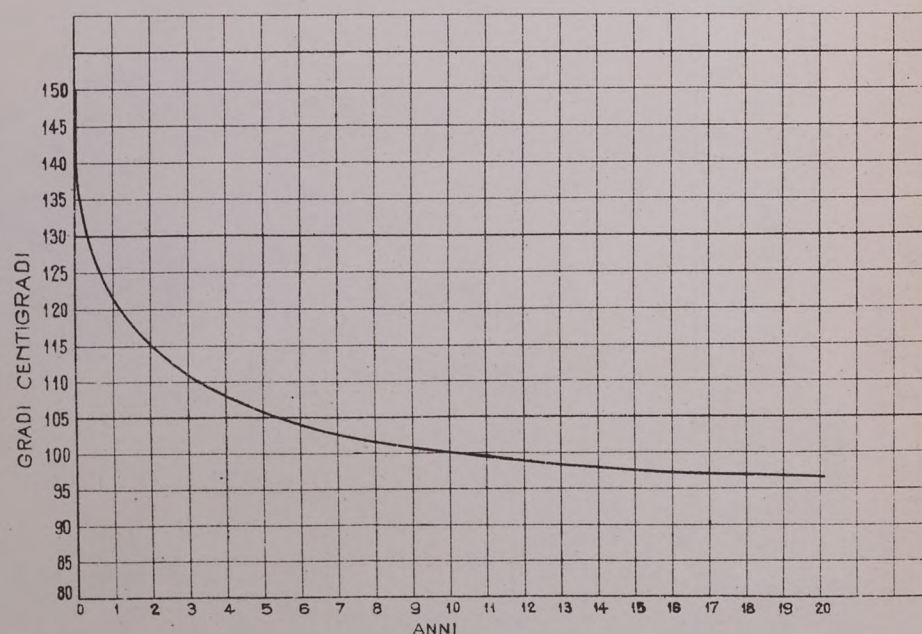
CURVE DI RISCALDAMENTO (a_1-a_2-a_3) E DI RAFFREDDAMENTO CON VENTILAZIONE FORZATA (b_1-b_2-b_3) E NATURALE (c_1-c_2-c_3) DI UN MOTORE TRIFASE TIPO **551** (3400 volt - 1000 Kw)

SOPRAELEVAZIONI DI TEMPERATURA

130° 120° 110° 100° 90° 80° 70° 60° 50° 40° 30° 20° 10°

a_3 a_2 a_1 b_3 b_2 b_1 c_3 c_2 c_1

0 10' 20' 30' 40' 50' 0 10' 20' 30' 40' 50' 1 ora 10' 20' 30' 40' 50' 2 ore 10' 20' 30' 40' 50' 3 ore 10' 20' 30' 40' 50' 4 ore

TEMPI

DURATA DELL'ISOLAZIONE IN FIBRE TESSILI (ISOLAZIONE CLASSE A) ALLE VARIE TEMPERATURE MASSIME RAGGIUNTE

TEMPERATURE NEI MESI DI LUGLIO E AGOSTO, ALL'OMBRA E VERSO NORD, AVUTESI A FIRENZE NEGLI ANNI DAL 1919 AL 1930

O. 3205 Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 4 1931-IX

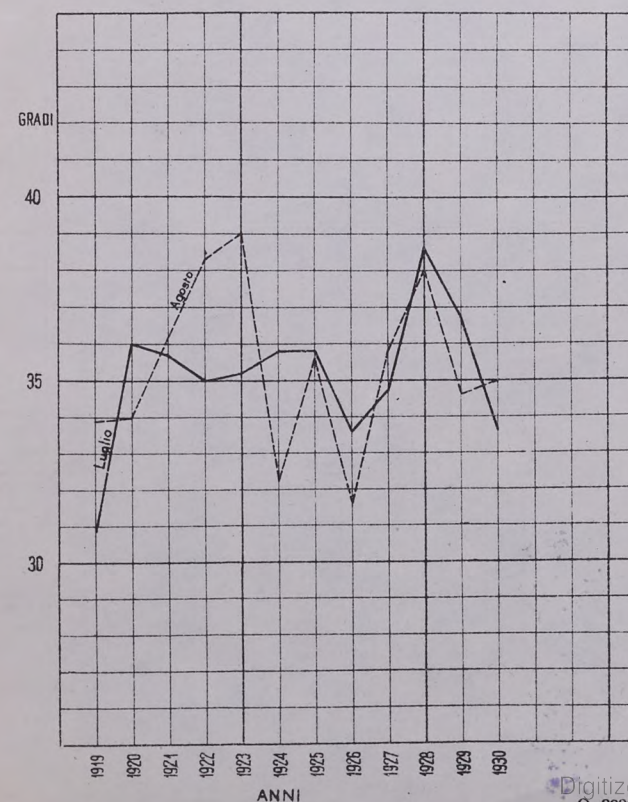
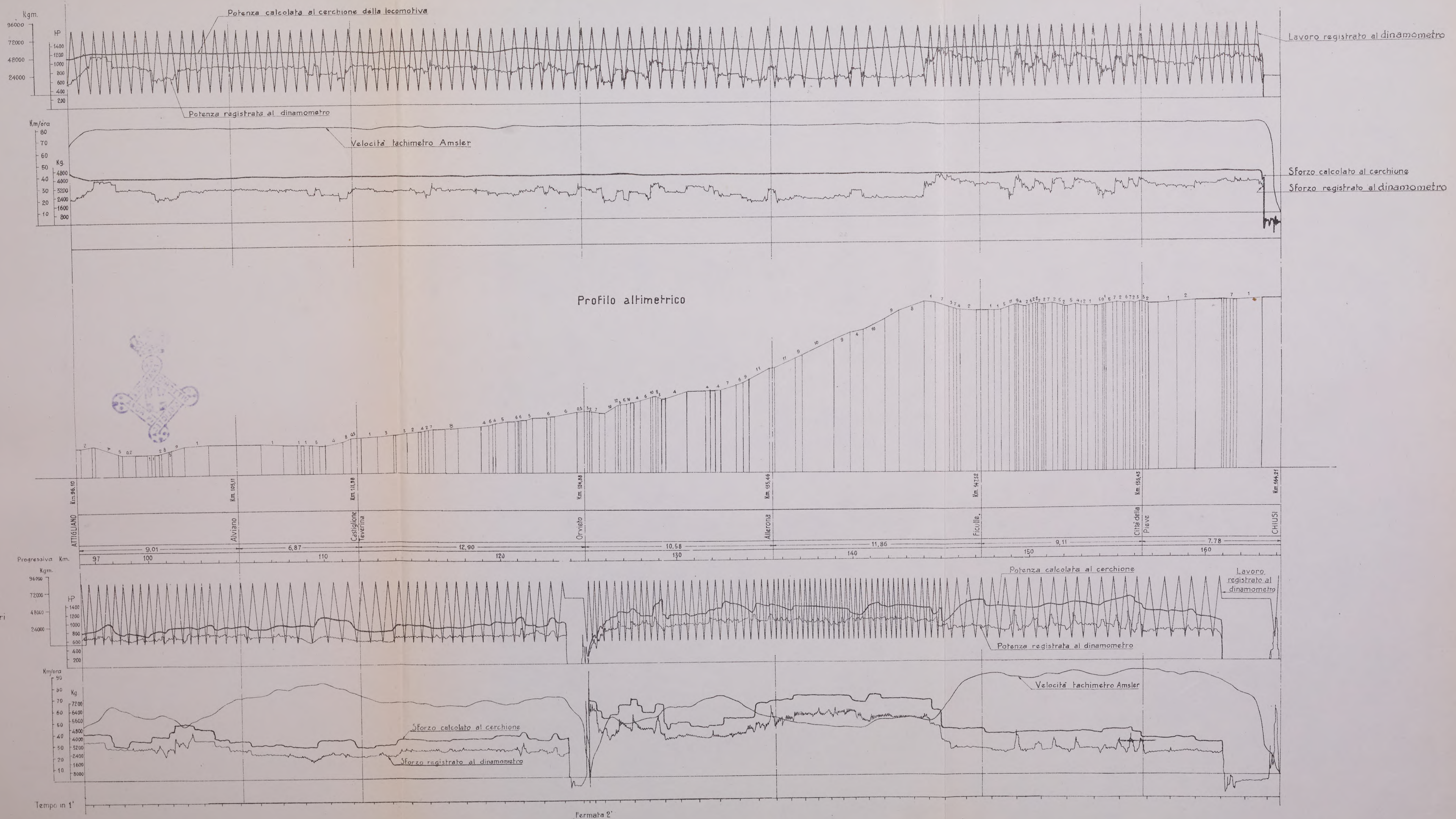
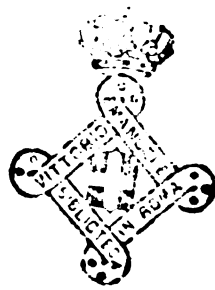



GRAFICO DELLE PROVE DINAMOMETRICHE SULLA LINEA ROMA-FIRENZE

O. 3205 Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 4 1931-IX

ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA SPEZIA-LIVORNO

SCHEMA GENERALE DEI CIRCUITI ELETTRICI

O. 3205 Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma 4 1931-IX

NO

Tav. X a.

CABINA DI VIAREGGIO

DEL LAGO

60000 V.

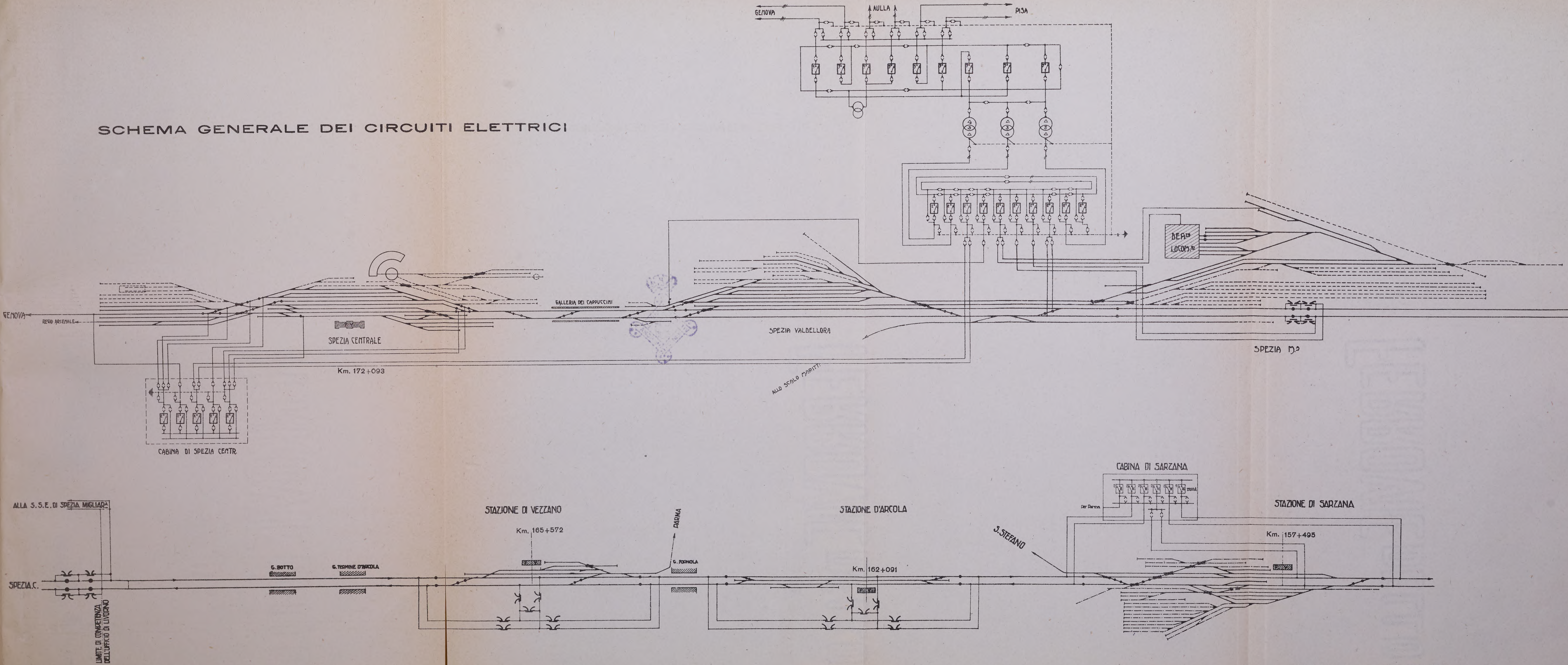
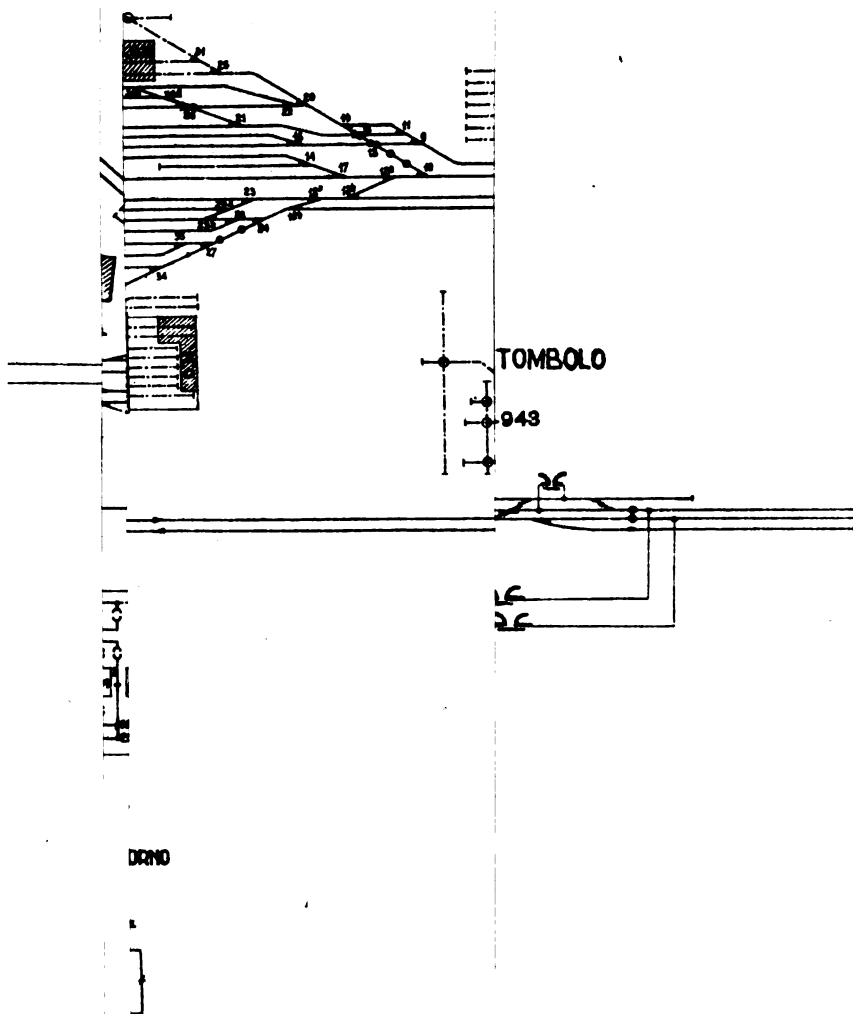
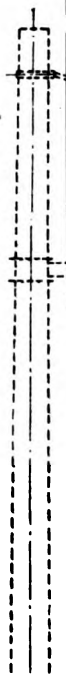
ALLA S.T.E. DI PISA C.

120 A ciascuno

TAZIONE DI VIAREGGIO

Km. 119+107

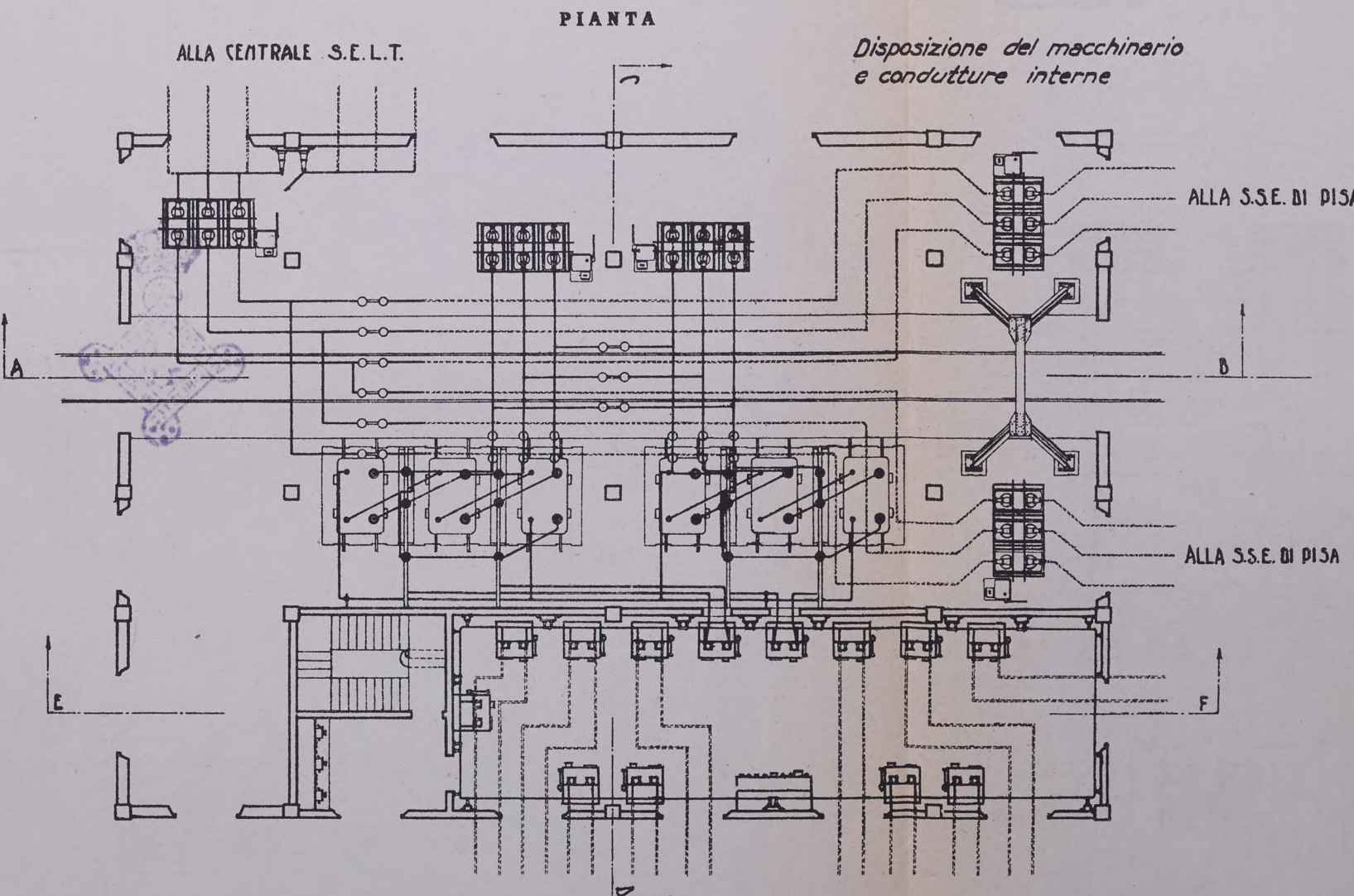
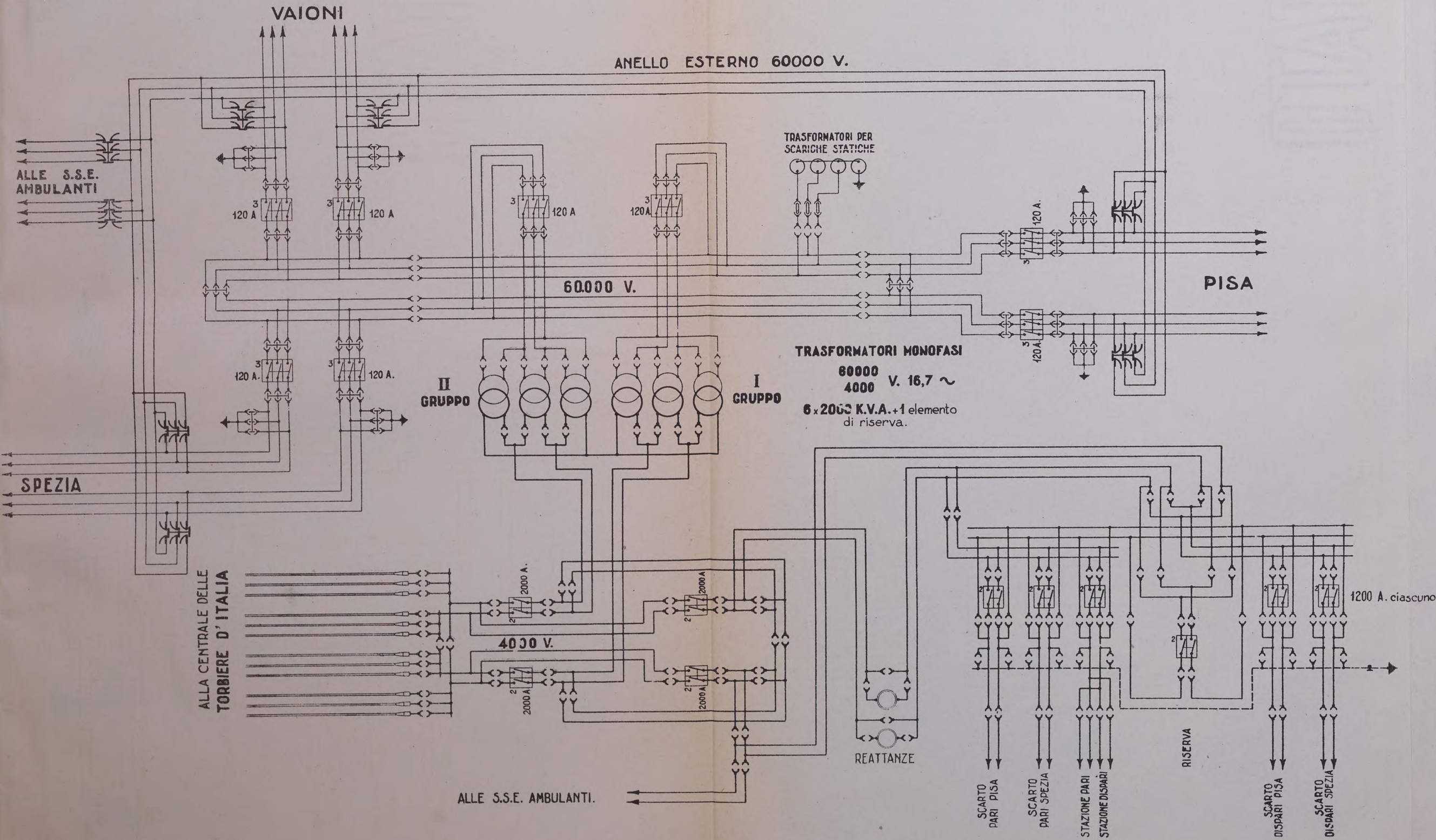
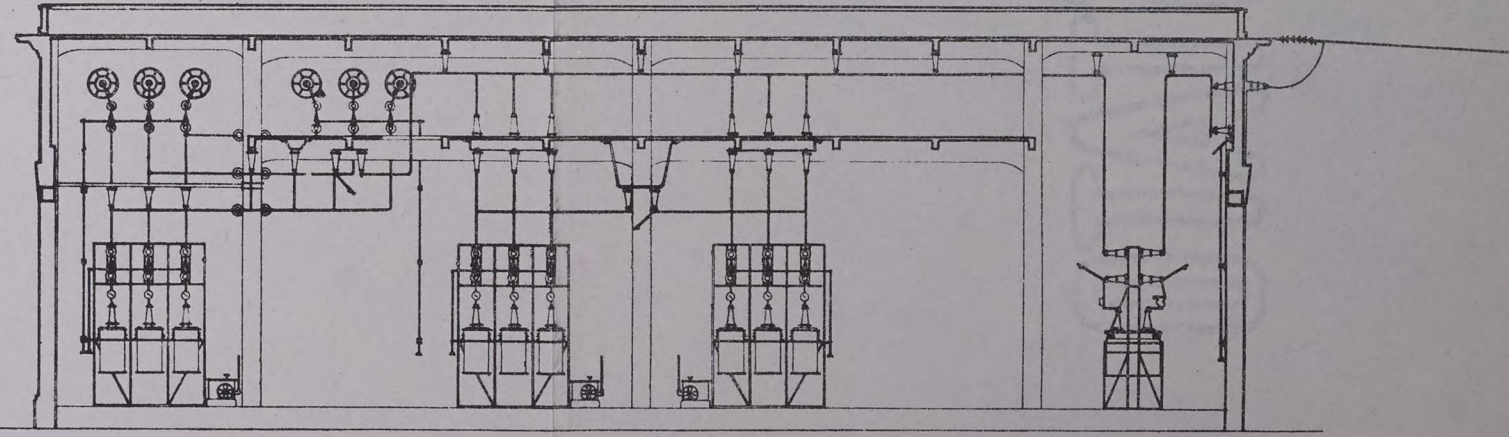
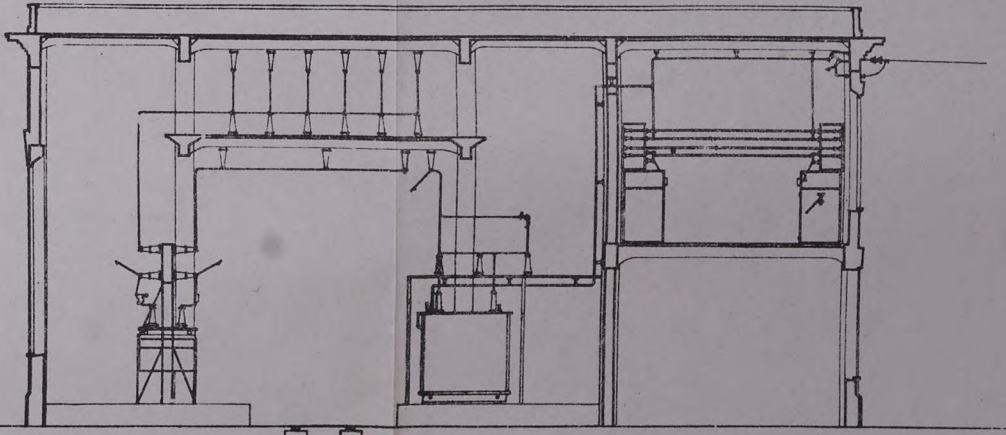
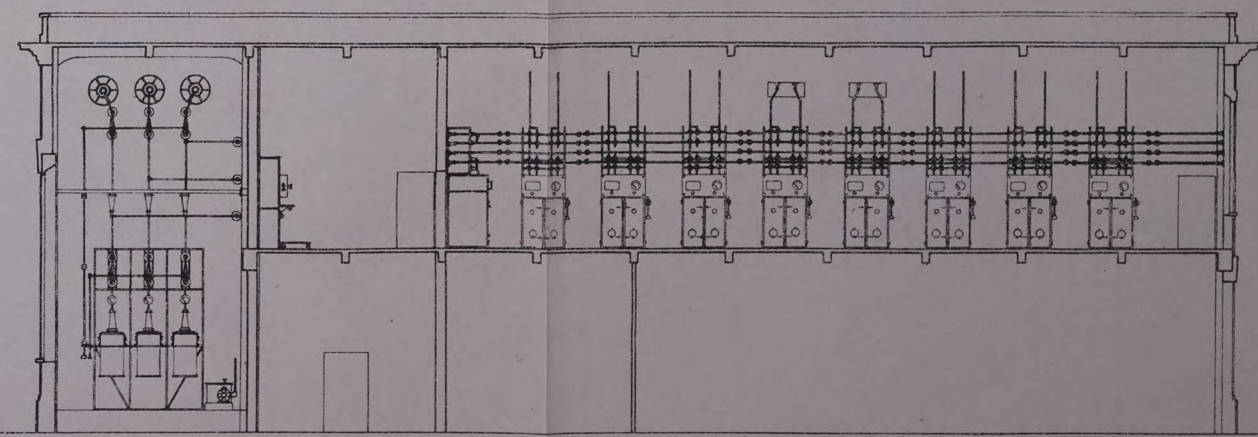
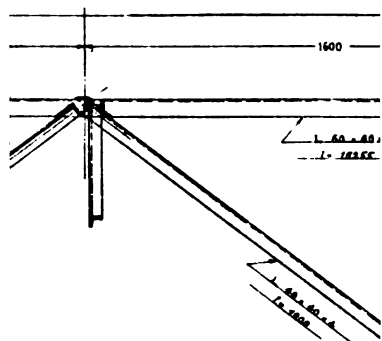
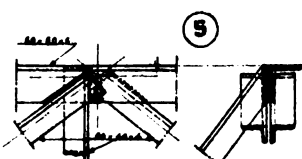
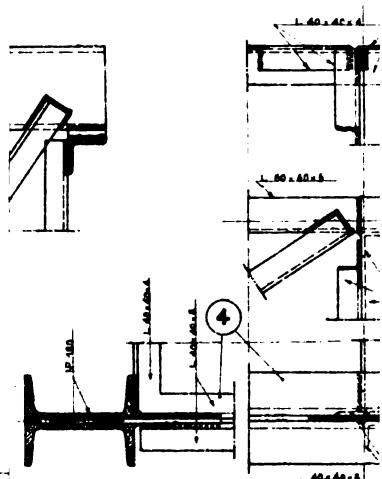
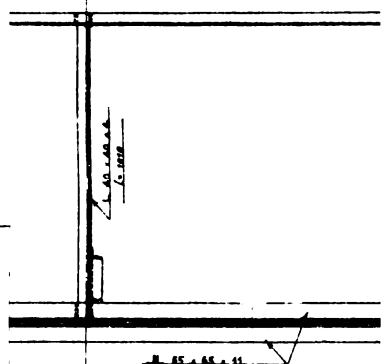
AGO

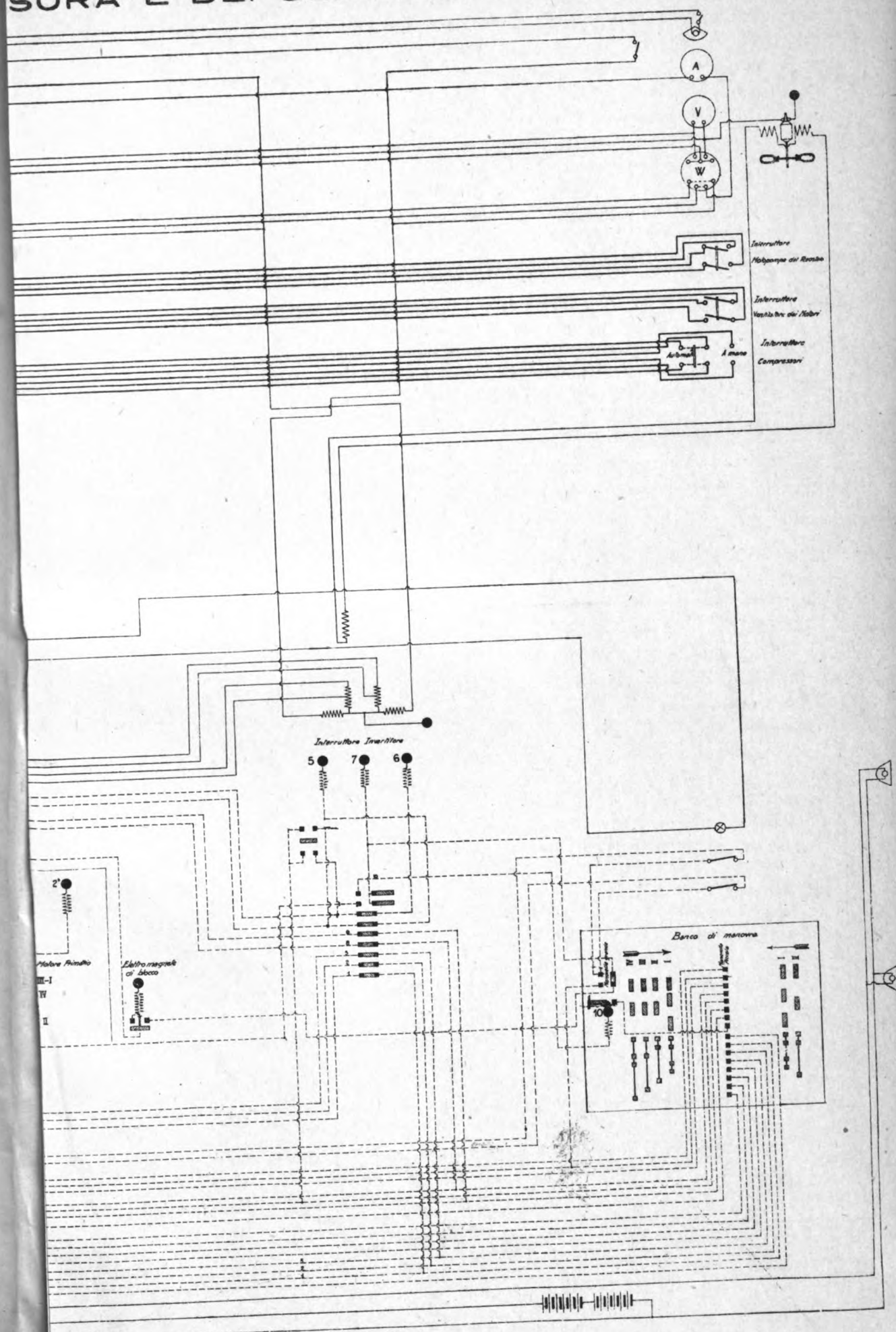
Roma, 5-1931-IX

ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA SPEZIA-LIVORNO

SOTTOSTAZIONE DI TORRE DEL LAGO

SCHEMA DEI CIRCUITI ELETTRICI

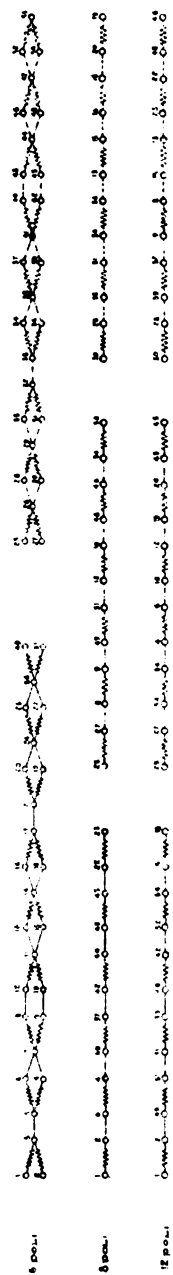
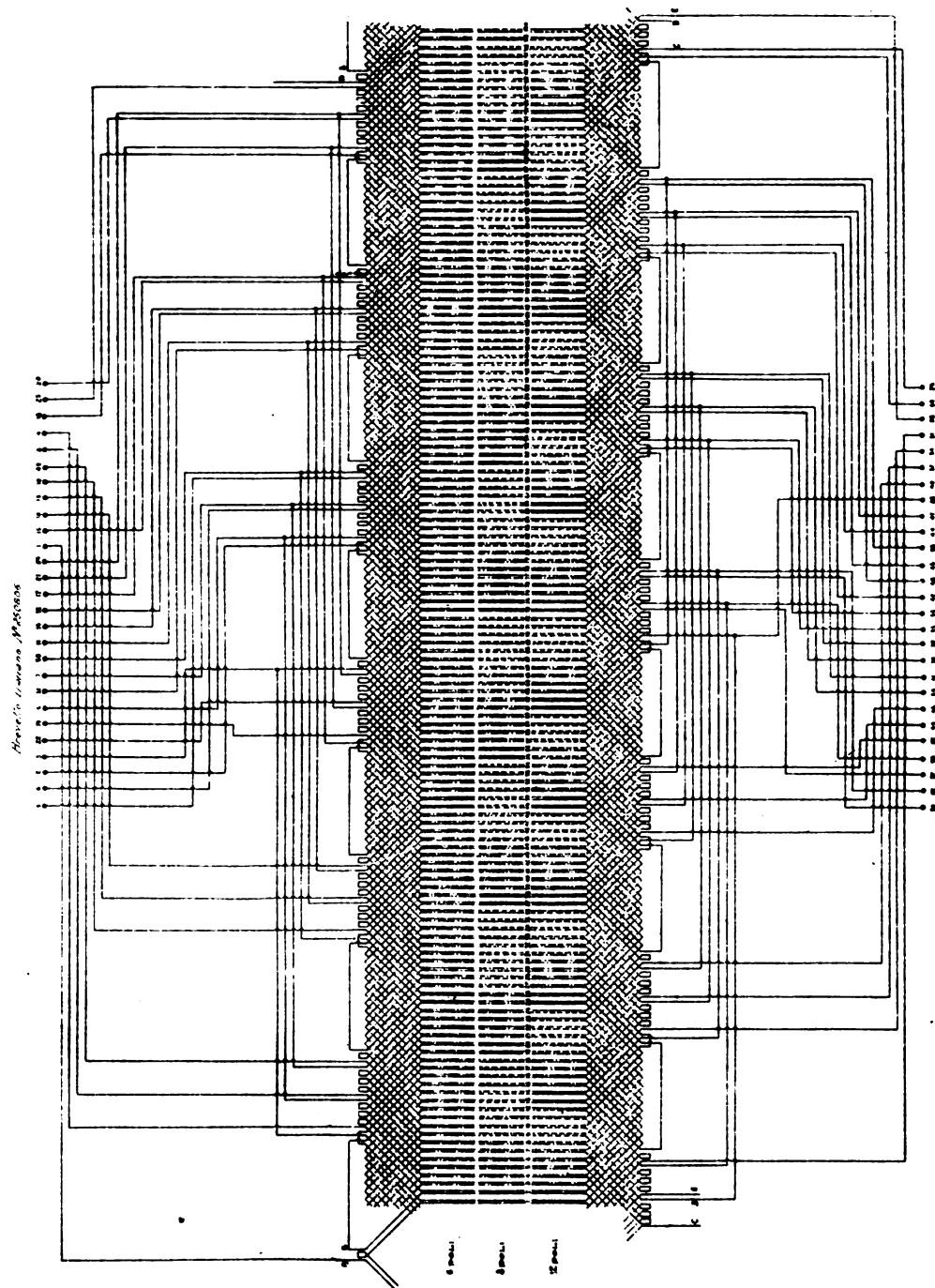
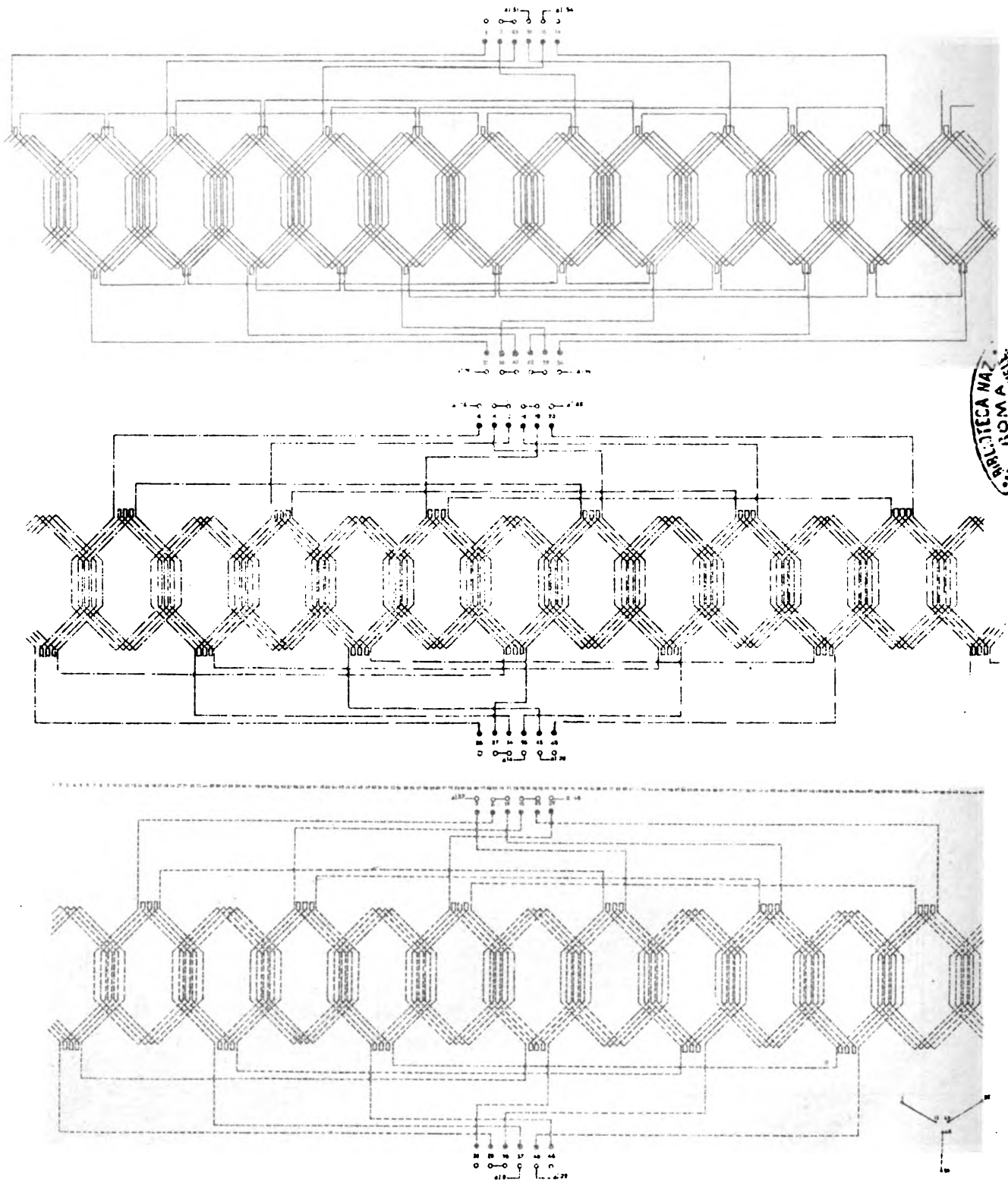
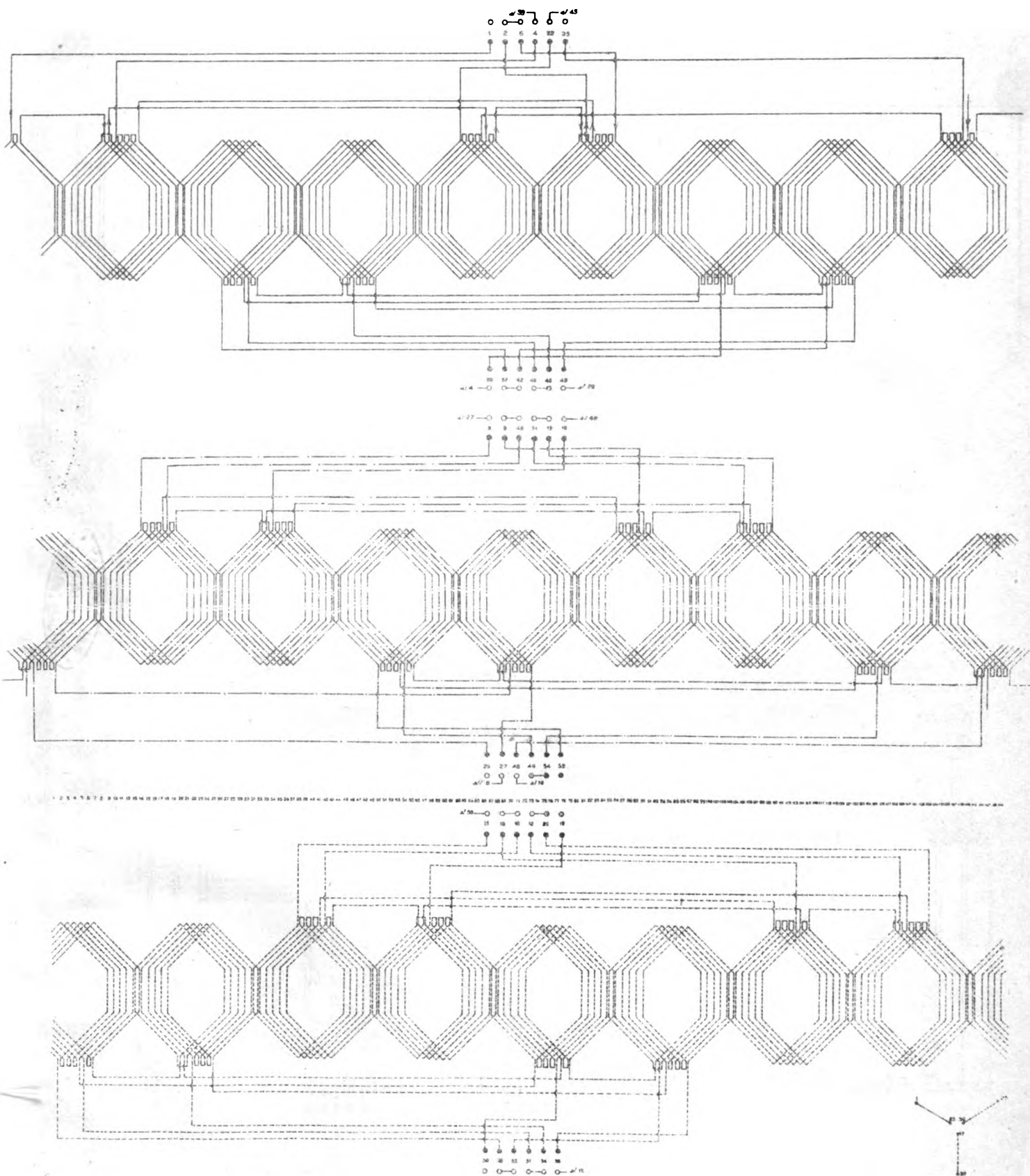
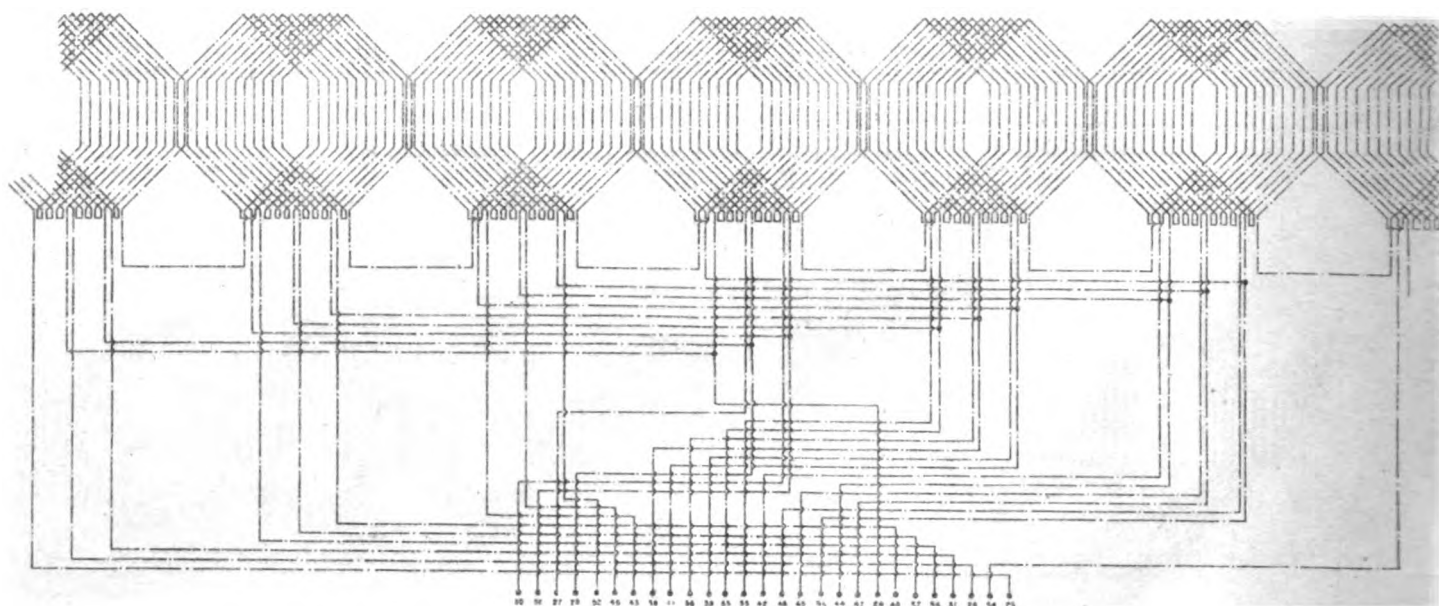
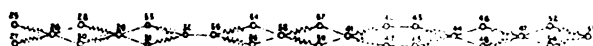
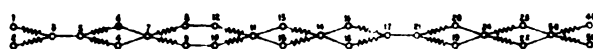
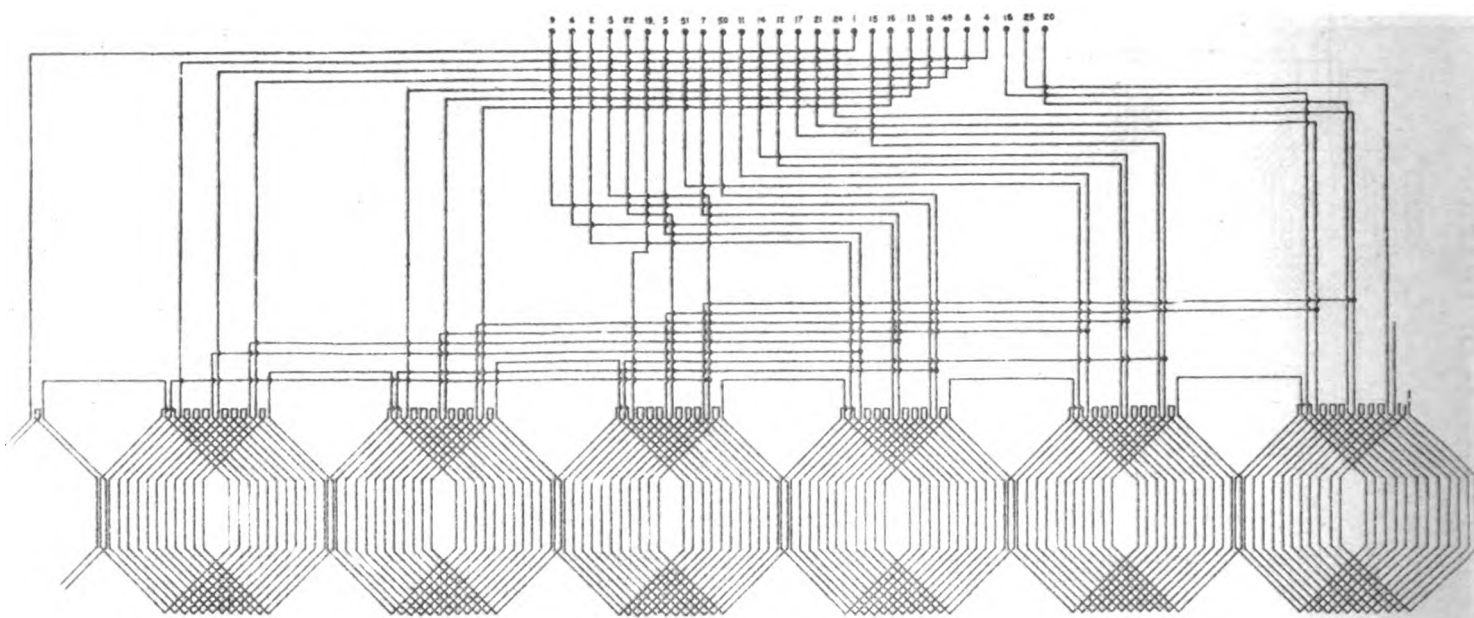
FABBRICATO

3335 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 5-1931-IX

ᐱVE SECONDARIA (SEZIONE

SEZIONE G H

SURA E DEI SERVIZI ACCESSORI

3610 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 5-1931-IX

MOTORI
DELLE LOCOMOTIVE ELETTRICHE E 432

SCHEMI DI AVVOLGIMENTO DELLO STATORE
E DIAGRAMMI DELLA FORZA MAGNETOMOTRICE

3610 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 5-1931-IX

SCHEMA DELL'AVVOLGIMENTO DELLO STATORE

SCHEMA DELL'AVVOLGIMENTO DELLO STATORE (12 POLI)

SCHEMA DELL'AVVOLGIMENTO DELLO STATORE (8 POLI)

SCHEMA DELL'AVVOLGIMENTO DELLO STATORE (6 POLI)

DIAGRAMMI DELLA FORZA MAGNETOMOTRICE DEI MOTORI DI TRAZIONE